

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-14-0284****Štúdium úžitkových vlastností tvárnených molybdénových plechov aplikovateľných pre horizontálnu kryštalizáciu monokryštálov zafiru**Zodpovedný riešiteľ **doc., Ing. Branislav Hadzima, PhD.**Príjemca **Žilinská univerzita v Žiline**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Žilinská univerzita v Žiline

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

VŠB-TU Ostrava, Česká republika

VUT Brno, Česká republika

Silesian University of Technology v Gliwiciach, Poľsko

Ufa state aviation technical university, Rusko

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

Hadzima, B. et al: Zariadenie a spôsob pre laminárne kvapalinové chladenie pre ultrazvukové skúšky na únavu materiálu. Európska patentová prihláška č. EP18208593.6., dátum podania 27.11.2018

Bronček, J. – Dzimko, M. – Baštovanský, R. – Poljak, S. – Nový, F.: Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov, Žilinská univerzita v Žiline, Č. Úž. Vzor: 7983, zverejnenie 2.8.2017.

Bronček, J. – Dzimko, M. – Baštovanský, R. – Poljak, S. – Nový, F.: Rotačný mikrotribometer na hodnotenie tribologických vlastností povrchov a povlakov konštrukčných materiálov, Žilinská univerzita v Žiline, Č. patentovej prihlášky: 41-2017, dátum podania 18.4.2017.

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

Pastorek, F. – Borko, K. – Fintová, S. – Kajánek, D. – Hadzima, B.: Effect of Surface Pretreatment on Quality and Electrochemical Corrosion Properties of Manganese Phosphate on S355J2 HSLA Steel, Coatings 6(4) 2016 46

Kohár, R. – Krzysiak, Z. – Lukáč, M. – Brumerčík, F.: Analysis of roller bearing cages. Advanced technologies in mechanics. Vol. 3, no. 2(7) (2016), s. 2-11.

Liptáková, T. – Ayman, A. – Trško, L. – Dundeková, S.: Corrosion resistance of aisi 316Ti stainless steel subjected to shot peening with and without pickling in various chloride environments. Transactions of FAMENA, Vol. 41, no. 3 (2017), s. 81-90.

Pavelek, M. – Frivaldský, M. – Špánik, P. – Donič, T.: Modelling of the resistance heating of the moving molybdenum sheet. Adv. In Sci, Technol and Eng. Systems J. 3 (2018) 130-134

Neslušan, M. – Trško, L. – Minárik, P. – Čapek, J. – Bronček, J. - Pastorek, F. – Čížek, J. –

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu APVV-14-0284 s názvom Štúdium úžitkových vlastností tvárnených molybdénových plechov aplikovateľných pre horizontálnu kryštalizáciu monokryštálov zafíru, svojou formou a obsahom spĺňajú orientáciu všetkých aktivít smerom ku základnému výskumu. Rozsiahle teoretické a experimentálne výsledky koncepčne rozšírili inžinierske poznanie v oblasti fyzikálnej metalurgie tavenia a kryštalizácie konštrukčných materiálov nad teploty 2100 °C. Relevantne boli vytvorené fundamentálne poznania v oblasti možnosti plastických deformácií molybdénových plechov, ktorý ako jediný je aplikovateľný pre tvorbu zafírových kryštalizačných kontajnerov.

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

Teoreticky a experimentálne boli stanovené optimálne preddeformačné tepelné spracovania. Veľká pozornosť bola venovaná tepelnému spracovaniu vo vákuu. Podrobne boli rozpracované tribologické experimentálne analýzy dvojice molybdénový plech verzus zafír. Štúdium korózných dejov bolo realizované na Mo plechoch pomocou metódik hodnotenia elektrochemických charakteristík potenciodynamickými skúškami, elektrochemickou impedančnou spektroskopiou a najmä sinusoidálnou mikropolarizáciou (VASP), ktorej výsledkom je amplitúdová závislosť polarizačného odporu a teda správanie sa povrchu v prostredí pri rôznom zaťažení. Analýza plastických vlastností a určenie medzných stavov tváriteľnosti tenkých Mo plechov umožnilo kreovanie FLD diagramov z dátových súborov ťahových skúšok. Tvorba konštitutívnych rovníc bola kľúčovým bodom pri tejto výskumnej aktivite. Získanie týchto matematických formulácií následne umožnilo numerickú simuláciu Mo plechu. Pre získanie týchto dát boli potrebné experimentálne skúšky na stroji YONEKURA a na optické vyhodnocovanie bol použitý prístroj LASERTEC VL 20000X. Návrh optimálneho tvaru molybdénovej kryštalizačnej nádoby pre produkciu umelých monokryštálov zafíru horizontálnou metódou kryštalizácie bol zrealizovaný pomocou SW PamStamp 2G komplexné výsledky umožnili optimalizáciu tvarov nádoby. Návrh a konštrukcia tvárniacej deformačnej skupiny - nástroja tenkého Mo plechu pre teploty až 1000 °C a stupeň vákuu 0,01 Pa je detailne pripravený pre výrobnú fázu. 3D modelová databáza v konečnej fáze konštruovania umožňuje vygenerovať výrobné výkresy pre jednotlivé konštrukčné skupiny, kde vybrané detailne boli kontrolované SW Ansys. Výsledkom projektu APVV-14-0284 bola komplexná výkresová dokumentácia na reálnu konštrukciu a výrobu mechatronického deformačného systému pre tvárnenie tenkého molybdénového plechu za tepla vhodného na kryštalizačné nádoby monokryštálov zafíru.

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

The optimal pre-deformation hot treatments were defined both theoretically and experimentally. We paid big attention to the hot treatment in vacuum. The tribological experimental analyses of the twin molybdenum sheet versus sapphire were thoroughly worked out too. The study of corrosion processes was realised on the Mo sheets by the methodologies of assessing the electric and chemical characteristics through the potentiodynamic tests, electrochemical impedance spectroscopy and especially through the sinusoidal micro-polarisation (VASP) whose result is the amplitude dependence of the polarisation resistance and thus the behaviour of the surface in the environment under various loads. The analysis of the plastic properties and determining the limiting state of the thin Mo sheets' formability enabled creating FLD diagrams from the data files of the tensile tests. The creation of the constitutive equations was a key point of this research activity. The acquisition of these mathematical formulations subsequently enabled the numerical simulation of the Mo sheet. The experimental tests on the machine YONEKURA were necessary for gaining this data and the device LASERTEC VL 20000X was used for the optical assessment. The design of the optimal shape for the molybdenum crystallisation vessel for producing the artificial sapphire monocrystal by the horizontal crystallisation method was realised by SW PamStamp 2G and the comprehensive results enabled optimising the vessel shape. The design and structure of the forming deformation group –

the tool of the thin Mo sheet for temperatures up to 1,000°C and the vacuum level of 0.01 Pa is thoroughly prepared for the manufacturing phase. The 3D model database in the final designing phase enables generating the production drawings for individual design groups – the selected ones were thoroughly checked by SW Ansys. The result of the APVV-14-0284 project was a complete drawing documentation for a real design and production of a mechatronic deformation system for hot forming of the thin molybdenum sheet suitable for the crystallisation vessels of the sapphire monocrystal.

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

Zodpovedný riešiteľ

doc., Ing. Branislav Hadzima, PhD.

Štatutárny zástupca príjemcu

prof., Ing. Jozef Jandačka, PhD.

V dňa

V dňa

.....
Podpis zodpovedného riešiteľa

.....
Podpis štatutárneho zástupcu príjemcu