

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0677 -11**

**Biologicky odbúrateľné kovové materiály pripravené práškovými technológiami**

Zodpovedný riešiteľ **RNDr. Miriam Kupková, CSc.**

Príjemca **Ústav materiálového výskumu SAV, Watsonova 47, 04001 Košice**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav materiálového výskumu SAV, Košice
2. UPJŠ, Prírodovedecká fakulta, Košice
- 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. ORIŇÁKOVÁ, Renáta - ORIŇÁK, Andrej - KUPKOVÁ, Miriam - HRUBOVČÁKOVÁ, Monika - ŠKANTÁROVÁ, Lenka - MOROVSKÁ TUROŇOVÁ, Andrea - MARKUŠOVÁ BUČKOVÁ, Lucia - MUHMANN, Christian - ARLINGHAUS, Heinrich F. Study of electrochemical deposition and degradation of hydroxyapatite coated iron biomaterials. International Journal of Electrochemical Science, 2015, vol. 10, p. 659-670. ISSN 1452-3981.
2. ORIŇÁK, A. - ORIŇÁKOVÁ, R. - ORSÁGOVÁ KRÁLOVÁ, Z. - MOROVSKÁ TUROŇOVÁ, A. - KUPKOVÁ, M. - HRUBOVČÁKOVÁ, M. - RADOŇÁK, J. - DŽUNDA, R. Sintered metallic foams for biodegradable bone replacement materials. Journal of Porous Materials. 21 (2) (2014) 131-140
3. KUPKOVÁ, Miriam - HRUBOVČÁKOVÁ, Monika - KUPKA, Martin - ORIŇÁKOVÁ, Renáta -

MOROVSKÁ TUROŇOVÁ, Andrea. Corrosion behaviour of powder metallurgy biomaterials from phosphated carbonyl-iron powders. International Journal of Electrochemical Science, 2015, vol. 10, p. 671-681. ISSN 1452-3981

4. KUPKOVÁ, Miriam - HRUBOVČÁKOVÁ, Monika - ZELENÁK, Adam - SULOWSKI, Maciej - CIAS, A. - ORIŇÁKOVÁ, Renáta - MOROVSKÁ TUROŇOVÁ, Andrea - ŽÁKOVÁ, K. - KUPKA, Martin. Dimensional changes, microstructure, microhardness distributions and corrosion properties of iron and iron-manganese sintered materials. Archives of Metallurgy and Materials, 2015, vol. 60, no. 2, p. 639-642. ISSN 1733-3490

5. ORIŇÁKOVÁ, Renáta - ORIŇÁK, Andrej - GIRETOVÁ, Mária - MEDVECKÝ, Ľubomír - KUPKOVÁ, Miriam - HRUBOVČÁKOVÁ, Monika - MASKAL'OVÁ, Iveta - MACKO, Ján - KAL'AVSKÝ, František. A study of cytocompatibility and degradation of iron-based biodegradable materials. Journal of biomaterials applications, 2015, DOI:10.1177/0885328215615459, prijaté na publikovanie.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Výsledky získané pri štúdiu biodegradovateľných materiálov môžu byť využité na optimalizáciu postupov pri výrobe materiálov "na mieru" pre kardiovaskulárne a ortopedické aplikácie či tkanivové inžinierstvo.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

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

Projekt bol zameraný na získavanie poznatkov o príprave, mechanických vlastnostiach, priebehu korózie a biokompatibilite kovových biologicky rozložiteľných materiálov vyrobených postupmi práškovej metalurgie. Študovali sa viaceré systémy, no hlavná pozornosť a najviac času sa venovalo systémom Fe-Mn a Fe-P.

Pripravili sa nové typy práškových zmesí a práškov tvorených kompozitnými časticami. Využilo sa pritom miešanie rôznych zložiek (Fe-Mn, Fe-Mg, Fe-uhlíkové nanotrubičky, Fe-nano ZnO) alebo povlečenie železných častíc vrstvami definovaného zloženia (Fe-P, Fe-Ag, Fe-PMMA, Fe-PPy). Z takto získaných práškov boli vyrobené rôzne triedy materiálov - celulárne materiály spekaním, kovové peny replikačnou metódou a kompaktné materiály lisovaním a spekaním alebo spekaním za prítomnosti plazmy. Získali sa pritom poznatky o správaní daných práškov počas lisovania a spekania a údaje o mikroštruktúre študovaných materiálov pripravených za rôznych podmienok. Zhromaždili sa dáta o niektorých mechanických vlastnostiach týchto materiálov (nano- a mikrotvrdosť, modul pružnosti, pevnosť v ohybe). Nadobudli sa poznatky o typoch a priebehu korózie študovaných materiálov v súvislosti s ich chemickým a fázovým zložením, mikroštruktúrou a spôsobom prípravy. Okrem tradičných metód (dlhodobé ponorenie, potenciodynamická polarizačná metóda) boli na štúdium koróznych procesov použité i pomerne netradičné metódy (analýza elektrochemického šumu pomocou fraktálnej geometrie). Získali sa údaje o cytotoxicite a hemokompatibilite vybraných materiálov s pôvodným povrchom i s ostrovčekmi biokeramiky (hydroxyapatitu) alebo vrstvou polyméru na povrchu vzorky.

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

The project was aimed at obtaining new knowledge about the preparation, mechanical properties, corrosion performance and biocompatibility of biologically degradable metallic materials produced via the powder metallurgy routes. Several systems were investigated, but the major attention and efforts were concentrated on the Fe-Mn and Fe-P systems. New kinds of powder mixtures as well powders comprised of composite particles were prepared. To perform this, various components were blended (Fe-Mn, Fe-Mg, Fe-carbon nanotubes, Fe-nano ZnO) and iron particles were coated with layers of defined composition (Fe-P, Fe-Ag, Fe-PMMA, Fe-PPy). Such powders were worked into different products - cellular solids by

sintering, metallic foams by the replication method, and compact materials by pressing and sintering or by spark plasma sintering. Knowledge was thus gained about the behaviour of given powders during pressing and sintering, and about the microstructure of investigated materials prepared under different conditions. The data were collected on some mechanical properties of those materials (nano- and microhardness, modulus of elasticity, the bending strength). Knowledge was obtained about the kinds and the evolution of corrosion of investigated materials in dependence of their history, chemical and phase compositions, microstructures. Besides obvious methods (immersion, the potentiodynamic polarisation method), quite non-traditional methods were used to study the corrosion processes (the analysis of an electrochemical noise by the use of fractal geometry). The data were acquired on the cytotoxicity and hemocompatibility of selected materials with a virgin surface as well with the surface coated with islands of hydroxyapatite or with layers of polymers.

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

**Zodpovedný riešiteľ**

RNDr. Miriam Kupková, CSc.

V Košiciach 26.01.2016

**Štatutárny zástupca príjemcu**

RNDr. Pavol Hvizdoš, CSc.

V Košiciach 26.01.2016

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu