



Oponentský posudok dizertačnej práce

Oponentský posudok dizertačnej práce s názvom „**Elektrochemické charakteristiky pokrokových slitín horčíku pripravených metódou práškovej metalurgie**“.

Autor práce: Ing. Jozef Minda

Školiteľ: prof. Ing. Branislav Hadzima, Ph.D.

Oponent: prof. Ing. František Nový, Ph.D.

Cieľom práce bolo analyzovať vplyv parametrov procesu prípravy, chemického zloženia a štruktúry na elektrochemické charakteristiky materiálov na báze horčíka pripravených metódou práškovej metalurgie pre aplikácie v simulovanom biologickom prostredí.

Zhrnutie obsahu práce:

Dizertačná práca je rozčlenená na 9 hlavných kapitol a 7 doplnkových častí obsahujúcich zoznam použitej literatúry, symbolov, skratiek, obrázkov, tabuliek, publikačnej činnosti a prílohy. V teoretickej časti dizertačnej práce sa doktorand zameril na charakterizáciu konštrukčných materiálov na báze horčíka pripravených práškovou metalurgiou, korózne správanie sa horčíkových zliatin a materiálov na báze horčíka pripravených práškovou metalurgiou, povlaky pre biomedicínske aplikácie využívané pre horčíkové materiály pripravené práškovou metalurgiou a teoretické základy elektrochemických metód hodnotenia materiálových i korózných vlastností kovov. Priamo sa zameriava na výhody a úskalia využitia práškovej metalurgie pri spracovávaní práškov na báze horčíka. Detailne popisuje korózne procesy prebiehajúce v horčíkových zliatinách začínajúc všeobecnou koróziou vo vode a končiac koróziou v Hankovom roztoku simulujúcom prostredie ľudského tela. V tejto časti sa ale nachádzajú aj zbytočné informácie o povrchových úpravách horčíkových zliatin pre medicínske aplikácie, ktorým sa autor v experimentálnej časti práce nevenuje. Podrobne popisuje elektrochemické metódy a venuje sa interpretácii získaných údajov pomocou ekvivalentných obvodov. V teoretickej časti práce sú výstižnou a prehľadnou formou zosumarizované všetky potrebné teoretické informácie týkajúce sa problematiky výskumu biologicky rozložiteľných materiálov na báze horčíka a zinku vyrobených práškovou metalurgiou, ktoré poskytujú potrebný teoretický základ pre úspešnú realizáciu experimentálneho programu.

Ďalšou kapitolou sú jasne zadefinované ciele práce.

Po nej nasleduje kapitola 4 s názvom Metodika, popisujúca použité materiály, výrobu vzoriek, prípravu povrchu a experimentálne merania. Typy pripravených vzoriek a zvolené postupy sú správne. Popis spôsobu výroby vzoriek je pomerne ťažko pochopiteľný a tabuľka 4.1 je neprehľadná.



Výsledky získané z rozsiahleho experimentálneho programu rozdelil do dvoch kapitol. V kapitole 5 charakterizuje štruktúru jednotlivých vzoriek a popisuje jej vplyv na elektrochemické korózne správanie. V tejto kapitole píše, že prostredníctvom EDS identifikoval štruktúrnú fázu $MgZn_2$. Prostredníctvom EDS je možné určiť len chemické zloženie analyzovaných štruktúrnych fáz a nie ich typ. Ich typ je možné určiť prostredníctvom XRD.

V kapitole 6 veľmi rozsiahlo a miestami aj dosť nejasne popisuje výsledky elektrochemických meraní. Na druhej strane však treba oceniť, že snaha autora vyjadriť sa ku všetkým parametrom a jednoznačne ich popísať, priniesla úžitok v nájdení súvislostí medzi štruktúrou skúmaných materiálov a ich reakciou na korózne prostredie.

Následne sú experimentálne získané výsledky v dvoch samostatných kapitolách 7 a 8 vhodným spôsobom diskutované a porovnané s dostupnými výsledkami publikovanými vo vedeckých časopisoch inými autormi. V kapitole 7 charakterizuje vzniknuté korózne produkty a schematicky popisuje najdôležitejšie korózne deje. V kapitole 8 diskutuje vplyv procesných parametrov na korózne správanie sa analyzovaných materiálov pripravených práškovou metalúgiou. Najskôr v nej porovnáva jednotlivé materiály pripravené pri rovnakých procesných parametroch a rôznych obsahoch prísady a potom porovnáva jednotlivé materiály pripravené pri rôznych procesných parametroch. Diskutuje pritom vplyv chemického zloženia na štruktúru a s ňou spojenú koróznou odolnosť. Diskusia v tejto kapitole je založená na vlastných názoroch autora práce. Trochu v nej chýba hlbšie porovnanie s výsledkami z literatúry, hoci by boli výsledky porovnané len s výsledkami získanými na konvenčných zliatinách s odlišnou mikroštruktúrou.

Na záver sú v kapitole 9 jasne formulované najdôležitejšie závery. K tejto kapitole by bolo vhodné doplniť využitie dosiahnutých výsledkov v akademickej a inžinierskej sfére.

Za zoznamami použitej literatúry, symbolov, skratiek, obrázkov a tabuliek je uvedený zoznam publikovaných prác doktoranda. Publikačná činnosť doktoranda je vysoko nadpriemerná a jeho publikované práce majú veľmi dobré citačné ohlasy.

Téma práce je vzhľadom na použitý experimentálny materiál, implementáciu metodiky a dosiahnuté výsledky **vysoko aktuálna**. Práca svojím zameraním spadá do základného výskumu v oblasti biologicky rozložiteľných materiálov vyrobených práškovou metalúgiou.

Významným **prínosom dizertačnej práce pre rozvoj vedného odboru** sú pôvodné výsledky experimentov zameraných na štúdium vplyvu procesných parametrov technológie práškovej metalúgie na elektrochemické charakteristiky pripravených experimentálnych materiálov. Významnosť dokresľuje aj fakt, že ide o výnimočnú kombináciu biokompatibilných materiálov na báze horčíka a zinku, ktoré boli aj experimentálne testované v simulovanom prostredí ľudského tela. Taktiež vlastnosti materiálu vzniknutého kombináciou horčíka a hydroxyapatitu sú **prínosom pre vednú oblasť a prax**.

Doktorand v dizertačnej práci pre stanovenie sledovaných parametrov využíva adekvátne dostupné technológie a metódy, a teda je možné konštatovať, že **použitá metodika** bola vzhľadom na ciele práce **zvolená vhodne**. Metodika experimentov je popísaná dostatočne a jednotlivé



použité metódy sú jasne popísané. Z odborného hľadiska je táto práca výborne koncipovaná. Doktorand v plnom rozsahu **splnil stanovené ciele práce.**

Práca je optimálne obsahovo a rozsahovo vyvážená. V celej práci je jednotne použitá správna odborná terminológia. Celkovo je štylisticky napísaná ľahko čitateľným a zrozumiteľným spôsobom na veľmi dobrej gramatickej úrovni, až na výnimku niektorých gramaticky nesprávnych formulácií. Grafická úroveň spracovania práce je veľmi dobrá.

Formálna a jazyková stránka práce je na veľmi dobrej úrovni. Celkovo sa v práci sa vyskytuje len niekoľko drobných gramatických chýb vzniknutých z nepozornosti. Formuláciám niektorých viet mohla byť venovaná väčšia pozornosť.

Otázky na doktoranda:

- 1) Popíšte aspoň jeden z mechanizmov negatívneho diferečného efektu. Je tento efekt možné využiť pri produkcii vodíka s využitím katódy na báze horčíkovej zliatiny, na jeho ďalšie využívanie?
- 2) Popíšte jednotlivé ekvivalentné obvody, dôvod ich voľby pre analýzu Nyquistových diagramov a najmä funkciu jednotlivých elementov v ekvivalentných obvodoch.
- 3) Akými experimentálnymi metódami je možné zistiť náchylnosť materiálu k mikrogalvanickej korózii?

Záverom konštatujem, že Ing. Jozef Minda vytvoril prácu, ktorá svojim rozsahom, výsledkami a kvalitou spracovania spĺňa požiadavky štandardne kladené na doktorskú dizertačnú prácu v danom obore, pritom splnil stanovené ciele a jednoznačne preukázal schopnosť samostatnej a tvorivej vedeckej práce v danej oblasti výskumu. Dizertačná práca spĺňa podmienky uvedené v § 47 odst. 4 zákona. Preto po celkovom zhodnotení **doktorskú dizertačnú prácu Ing. Jozefa Mindu s názvom „Elektrochemické charakteristiky pokrokových slitin hořčíku připravených metodou práškové metalurgie“ odporúčam k obhajobe a po jej úspešnom obhájení odporúčam autorovi práce udeliť v zmysle platných predpisov akademický titul Philosophiae Doctor.**

V Žiline, 22.3.2023

prof. Ing. František Nový, Ph.D.