



Téma dizertačnej práce (DzP)

Akademický rok 2026/2027

Názov	Optimalizácia systémov kombinovaných povrchových úprav s utesňovacími vrstvami pre zliatiny kovov používaných v biomedicíne		
Inštitúcia	Fakulta elektrotechniky a informačných technológií Žilinská univerzita v Žiline		
Miesto	Žilina, Slovensko		
PhD. program	elektrotechnológie a materiály		
Školiteľ	Ing. Daniel Kajánek, PhD. Katedra fyziky		
Školiteľ špecialista	Kliknite alebo ťuknite sem a zadajte text. Kliknite alebo ťuknite sem a zadajte text.		
Forma štúdia	denná		
Dĺžka štúdia	3 roky		
Jazyk štúdia	slovenský		
Dátum nástupu	1.9.Kliknite alebo ťuknite sem a zadajte text.		
Výskumná oblasť	Materiály – Povrchové inžinierstvo – Elektrotechnológie - Elektrochémia		
Kontakt zadávatela	Tel. číslo:	E-mail:	Web stránka:
	+421 41 513 76 22	daniel.kajANEK@uniza.sk	vyskumnecentrum.sk/o_nas/zoznam-zamestnancov/daniel-kajANEK/

Anotácia témy DzP

Dizertačná práca je zameraná na štúdium mechanizmov tvorby a elektrochemickej degradácie kombinovaných povrchových vrstiev vytvorených plazmovou elektrolytickou oxidáciou (PEO) s následným polymérnym utesnením na zliatinách kovov používaných v biomedicínskych aplikáciách, najmä horčíka, titánu a ďalších. Výskum sa sústreďuje na optimalizáciu primárnych PEO vrstiev modifikovaných zmenou kriticky dôležitých elektrických parametrov procesu, zloženia elektrolytu, modifikáciou aditívami, ako aj na aplikáciu sekundárnych utesňujúcich polymérnych povlakov s cieľom dosiahnutia synergického účinku v podobe zlepšených povrchových charakteristík, t.j. zvýšenej koróznej odolnosti, zníženej pórovitosti a ďalších funkčných vlastností povrchov. Morfológická a fázová charakterizácia bude realizovaná mikroskopickými merodami, Ramanovou spektroskopiou, metódami XRD, FTIR ako aj analýzami povrchových vlastností (drsnosť, zrnitosť). Mechanizmy degradácie budú študované pomocou elektrochemických techník hodnotenia koróznej odolnosti a dlhodobých expozičných skúšok v korózných prostrediach simulujúcich reálne aplikácie uplatnenia vytvorených systémov. Práca prinesie popis mechanizmov interakcií medzi PEO vrstvou a polymérnym utesnením, synergické efekty viacvrstvových systémov a možnosti modifikácie funkčných vlastností vrstiev s potenciálnym využitím najmä v biomedicíne, ale aj s presahom v letectve a automobilovom priemysle.

Rozšírené informácie, výskumné zodpovednosti a úlohy doktoranda

Vedecký kontext témy: Zliatiny Mg alebo Ti určené pre moderné biomedicínske implantáty ponúkajú priaznivú kombináciu mechanických vlastností, biokompatibility a možnosti elektrochemického spracovania, pričom povrchovo upravené Mg zliatiny majú predpoklad použitia pri výrobe implantátov s riadenou rýchlosťou degradácie. Ich širšie klinické nasadenie brzdi rýchla a nehomogénna korózia v prostredí telesných tekutín, ktorá môže viesť k predčasnemu zlyhaniu implantátu. Elektrochemické povrchové úpravy na báze plazmovej elektrolytickej oxidácie (PEO) sa profilujú ako jedna z

najperspektívnejších elektrotechnológií pre zvýšenie koróznej odolnosti a funkčnosti týchto materiálov. Pórovitosť PEO vrstiev limituje ich dlhodobú ochrannú funkciu a preto aktuálne výskumné úsilie smeruje k tvorbe viacvrstvových systémov spájajúcich keramickú PEO vrstvu s následným polymérnym utesnením, čím sa kombinuje vysoká mechanická odolnosť PEO vrstvy s biofunkčnosťou a bariérovým efektom polymérov. Napriek pokroku v tejto oblasti pretrvávajú nevyriešené otázky týkajúce sa závislosti štruktúry a zloženia takýchto vrstiev od parametrov procesu ich prípravy, ich dlhodobej koróznej odolnosti v simulovaných biologických prostrediach a mechanizmami interakcií medzi anorganickou PEO vrstvou a polymérmi v rámci systému. Dizertačná práca nadväzuje na tieto poznatky a cielene sa zameriava na mechanizmy tvorby a degradácie kombinovaných povrchových úprav s cieľom zlepšenia postavenia týchto materiálov v biomedicíne s prísnyimi požiadavkami na riadenú degradáciu a biokompatibilitu. Ciele a očakávané prínosy práce: Cieľom dizertačnej práce je navrhnúť, pripraviť a charakterizovať kombinované systémy povrchových úprav na zliatinách Mg, Ti, prípadne iných kovov používaných v biomedicíne. Dôraz bude kladený na štúdium vplyvu napäťovo-prúdových a elektrolytických parametrov PEO procesu, ako aj parametrov polymerizačných a utesňovacích krokov na výslednú morfológiu, pórovitosť a elektrochemickú stabilitu za účelom dosiahnutia rovnomernej elektrochemickej degradácie v simulovaných podmienkach ľudského tela. Očakávaným vedeckým prínosom je prehĺbenie poznatkov o väzbách medzi elektrochemickými procesmi, procesnými parametrami utesňovania, štruktúrou výsledných kombinácií vrstiev a o dopade ich optimalizácie na priebeh degradácie a šírenie korózneho napadnutia, čo prispeje k rozvoju povrchového inžinierstva biokompatibilných kovových materiálov. Metodológia a výskumný prístup: V úvodnej fáze budú pripravené povrchové úpravy na experimentálnych materiáloch pri riadenej zmene parametrov prípravy s cieľom získať rôzne typy systémov kombinovaných povrchových úprav s odlišnou štruktúrou a pórovitosťou. Tieto systémy budú podrobené morfolologickej a štruktúrnej analýze pomocou mikroskopických a difrakčno-spektroskopických metód. Elektrochemické správanie a degradácia systémov povrchových úprav bude hodnotená kombináciou elektrochemických a expozičných techník hodnotenia koróznej odolnosti počas dlhodobej expozície v simulovaných aplikačných podmienkach. Časovo sa predpokladá, že v rámci prvého roka prebehne literárna rešerš, návrh experimentálneho plánu a prvotné experimenty. Následne prebehne systematická príprava a charakterizácia vzoriek a v záverečnej fáze syntéza výsledkov a ich spracovanie. Úlohy a zodpovednosti doktoranda: Návrh a realizácia experimentálnych prác pod dohľadom školiteľa. Spracovanie a interpretácia nameraných dát. Príprava vedeckých publikácií. Aktívna účasť na vedecko výskumných projektoch realizovaných na pracoviskách UNIZA v oblastiach elektrotechnológií, povrchového a materiálového inžinierstva.

Profil uchádzača

Požadované zručnosti:

(Školiteľ zadá svoju špecifikáciu požadovaných zručností a vedomostí pre danú tému DzP.)

Odborné vedomosti: Základná orientácia v kovových materiáloch (najmä Mg, Ti), povrchových úpravách v biomedicíne, korózií a elektrochemických procesoch. Technické a metodické zručnosti: Skúsenosť s laboratórnou prácou a prácou s experimentálnymi dátami, výhodou je prax s metódami OM/SEM/Raman/FTIR alebo elektrochemickými meraniami a základná znalosť softvérov na spracovanie dát. Jazykové a komunikačné schopnosti: Schopnosť porozumieť vedeckým článkom v angličtine, komunikovať písomne a ústne v angličtine. Osobnostné predpoklady a motivácia: Samostatnosť, zodpovednosť, analytické myslenie, záujem o interdisciplinárny výskum, motivácia zapájať sa do projektov, publikovania a prezentácií.

Financovanie: uveďte projekt, v rámci ktorého je téma DzP riešená (iba financované projekty, nie podané) Moderné kombinované úpravy povrchu pre zvýšenie koróznej odolnosti horčkových zliatin v biomedicínskych aplikáciách. VEGA č. 1/0214/26.