

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/109



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-4326
Naslov projekta	Karakterizacija in modeliranje nanostrukturiranih površin kovinskih materialov
Vodja projekta	5675 Monika Jenko
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	7560
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	206 Inštitut za kovinske materiale in tehnologije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta 7741 LPKF LASER & ELECTRONICS d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.04 Materiali 2.04.02 Kovinski materiali
Družbeno-ekonomski cilj	05. Energija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Raziskovalni projekt *Karakterizacija in modeliranje nanostrukturiranih površin kovinskih materialov* obravnava raziskave na širokem področju temeljnih in aplikativnih raziskav kemijskih reakcij in fizikalnih lastnosti nanostrukturiranih površin in mejnih površin kovinskih in kompozitnih materialov. Obsega študij atomske zgradbe in kemijske sestave

površin ter eksperimentalne raziskave lastnosti kovinskih materialov s ciljem razumevanja zveze med strukturo, sestavo in lastnostmi. Bistven cilj raziskav je boljše razumevanje kompleksnih fizikalnih procesov in kemijskih reakcij teh materialov na prostih površinah.

Program dela združuje več raziskovalnih področij, ki jih povezujejo raziskave površin in mejnih površin, nanostrukturiranje površine, karakterizacija in modeliranje.

(1) Inženirstvo mejnih površin in nanostrukture obravnava modelne raziskave mehanizma in kinetike selena na osnovnih ravninah monokristalov FeSi (110), (001) in (111) in modeliranje nanostrukture z DFT (teorija gostotnega funkcionala), MonteCarlo in nevronskimi mrežami, modelne raziskave nanostrukturiranja površin z adsorbcijo površinsko aktivnih elementov, pojav facetiranja in modeliranje.

(2) Mikro in nanostrukturirane plasti z lasersko ablacijo trdne površine; mikrostrukturiranje z direktnim laserskim risanjem LDI. Pri laserski obdelavi kovinske površine s sekvenčnim laserskimi pulzi različnih energij se odstranjuje material s površine na poti laserskega žarka in na ta način spremeni strukturo površine kovinskega materiala. S spreminjanjem eksperimentalnih parametrov kot so frekvenca laserskih pulzov, moč laserja, hitrost laserskega žarka, velikost laserskega žarka, smo dobili različno vzorčene površine. Ker je površinska struktura oziroma topologija pomemben parameter pri oprijemanju bioorganizmov na površino smo postavili raziskovalno hipotezo, da je z izbiro ustreznih laserskih parametrov mogoče doseči strukturo, pri kateri bomo močno zmanjšali biološko nalaganje. Površino smo strukturirali z zaporedjem laserskih pulzov tako, da bomo odstranjevali material (s sublimacijo) na trajektoriji laserskega žarka.

(3) Nanostrukturirane površine zaščitene z anorganskimi antibiotiki, (zaključena doktorska disertacija) Adhezija bakterij na površine je pomemben biološki proces, ki je odvisen od številnih parametrov kot so kemija površin, kemijska sestava, topografija in hrapavost površine.

Hrapavost površine igra pomembno vlogo v procesu adhezije, zlasti kadar so nepravilnosti na površini primerljive z velikostjo bakterij in lahko nudijo bakterijam zavetje pred neugodnimi okoljskimi dejavniki. Namen raziskave je bil preučiti vpliv hrapavosti in topografije površine nerjavnega jekla (AISI 316 L) in vzorcev z deponirano tanko plastjo TiO₂ in Ag na adhezijo bakterije *E. coli*.

ANG

Research project Characterisation and modelling of nanostructured surfaces of metallic materials is focused on a wide range of basic and applied research in chemical reactions and physical properties of nanostructured surfaces and boundary surfaces of metal and composite materials. It consists of studying the atomic structure and chemical composition of surfaces and experimental research on the properties of metallic materials with the aim of understanding the relationship between structure, composition and properties. The essential aim of the proposed project is better understanding of complex physical processes and chemical reactions of these materials at the surface. The project combines a number of research areas by integrating the research at the surfaces and interfaces, nanostructured surfaces, characterization and modelling.

(1) The engineering of interfaces and nanostructures focuses on a model of the mechanism and kinetics Se in the basic planes (110), (001) and (111) of the FeSi monocrystal and modelling of

nanostructures with Density Functional Theory - DFT, MonteCarlo and neural network, model research of Nano structuring of surfaces by adsorption of surface active elements, faceting and modelling.

(2) Micro and nanostructured surfaces by laser ablation of solid surfaces; microstructuring of metallic and polymer by direct laser imaging (LDI) of surfaces. The surface will be structured with a sequence of laser pulses so that we will remove material (with sublimation) on the trajectory of the laser beam.

Laser Direct Imaging (LDI), a technique where a laser beam is used to image a pattern directly on photoresist-coated surface and thus avoids photomask fabrication. The most obvious difference from the traditional photolithography is the benefit of time and cost savings associated with the creation, use handling and storage of photo tools. Further, this method avoids problems related to mask related defects. The novel LPKF developed ProtoLaser LDI system has a superior 1 [μ]m laser spot size which allows for very small structure resolution. Implementation of acusto-optic deflector allows for extremely fast and accurate writing with positioning accuracy beloww 1 nm. We present several patterns on micron and sub-micron scale for antibiofouling and microfluidics applications created by this novel LPKF LDI system.

(3) Nanostructured surfaces coated with inorganic antibiotics—PhD thesis Bacterial adhesion to the surfaces is an important biological process that depends on various parameters such as surface chemistry, chemical composition, topography and surface roughness. Surface roughness plays an important role in the process of adhesion, especially when the irregularities on the surface are comparable to the size of the bacteria and therefore act as a shelter from unfavourable environmental factors. The aim of the research is to examine the effect of roughness and surface topography of stainless steel (AISI 316L) and of the samples with deposited thin layer of TiO₂ and Ag on the adhesion bacteria *E coli*.

3.Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Raziskovalni projekt *Karakterizacija in modeliranje nanostrukturiranih površin kovinskih materialov* obravnava raziskave na širokem področju temeljnih in aplikativnih raziskav kemijskih reakcij in fizikalnih lastnosti nanostrukturiranih površin in mejnih površin kovinskih in kompozitnih materialov. Obsega študij atomske zgradbe in kemijske sestave površin ter eksperimentalne raziskave lastnosti kovinskih materialov s ciljem razumevanja zveze med strukturo, sestavo in lastnostmi. Bistven cilj raziskav je boljše razumevanje kompleksnih fizikalnih procesov in kemijskih reakcij teh materialov na prostih površinah.

Program dela združuje več raziskovalnih področij, ki jih povezujejo raziskave površin in mejnih površin, nanostrukturiranje površine, karakterizacija in modeliranje.

(1) Inženirstvo mejnih površin in nanostrukture obravnava modelne raziskave mehanizma in kinetike selena na osnovnih ravninah monokristalov FeSi (110), (001) in (111) in modeliranje nanostrukture z DFT (teorija gostotnega funkcionala). Zlitini FeSi smo dodali 0.05 mas% Se. Kinetiko površinske segregacije Se na osnovnih ploskvah (110), (001) in (111) smo študirali *in situ* v analizi posodi analizatorja Augerjevega spektrometra, v ultra visokem vakuumu (UHV) v temperaturnem področju od 450 do 900°C . Rezultati so pokazali da je segregacija selena odvisna od kristalografske

orientacije zrn-osnovnih ploskev zlitine FeSiSe. V okviru mednarodnega sodelovanja z raziskovalno skupino prof. dr. Alfreda Juana iz Universidad Nacional del Sur, Bahia Blanca, Argentina smo nastale nanostrukture modelirali z metodo DFT, kar je objavljeno v dveh publikacijah v *Applied surface science*. Prav tako smo dokazali, da pride do pojava rekonstrukcije površine na ploskvi (110), kar smo eksperimentalno dokazali že v naših prejšnjih raziskavah. Prav tako smo razvili nov pristop modeliranja mikrostrukture kovinskih materialov. Osnovna ideja brez-mrežnega modeliranja je bila predstavljena v doktorski disertaciji *Karakterizacija in modeliranje mikrostrukture vzmetnih jekel z uporabo genetskega algoritma*. Kasneje je bilo delo v dopoljnjeni obliki tudi izdano v znanstveni monografiji. Razvili smo strukturni model zrn materiala, za kar smo uporabili nevronske sisteme. Z nevronskimi sistemi generiramo in shranimo virtualna zrna materiala. Razvili smo metriko za določanje oblikovne podobnosti zrn (histogram hrapavosti zrn). Razvita metoda je nova, zato smo podrobno analizirali njene lastnosti. Za spreminjanje lastnosti generiranih zrn smo uporabili genetske algoritme s katerimi smo pridobili orodje za modeliranje velike oblikovne raznolikosti naravne mikrostrukture. Metoda, ki kombinira nevronske sisteme in genetske algoritme predstavlja preboj pri modeliranju mikrostrukture kovinskih materialov. Uporabljeni principi so novost pri uvajanju tehnik virtualne realnosti v področje tehničnega modeliranja. Spoznanja so bila predstavljena kot posebno poglavje v knjigi, ki opisuje raznovrstnost uporabe principov virtualne realnosti.

Zelo uspešni smo bili pri raziskavah na področju avtomatizacije Augerjeve elektronske (AE) spektroskopije ki smo jo obravnavali v okviru doktorske disertacije *Avtomatska analiza spektrov Augerjevih elektronov*. Znano je, da spektre Augerjevih elektronov oblikovno sestavljajo trije pomembni elementi: spektralni vrhovi, spektralno ozadje in šum. Ključ do avtomatske analize AE spektrov je v odstranitvi šuma in spektralnega ozadja, pri tem pa ne smemo popačiti spektralnih vrhov. Študij spektralnega šuma je pokazal, da se ukvarjamo z belim šumom, kar pomeni, da ga ne moremo enostavno odstraniti s filtriranjem. Preko analize lastnosti šuma smo uspeli izločiti statistično utemeljeno spektralno ozadje. Poznano spektralno ozadje nato odstranimo iz spektra. Iz tako pripravljene spektra lahko z avtomatsko metodo ugotovimo ali se iskani element v spektru nahaja in koliko ga je. Znižali smo tudi detekcijsko mejo metode AES, kar je izjemen dosežek. Z raziskavami nam je uspelo postaviti temelje za avtomatsko analizo spektrov AE.

(2) Drugo področje predstavljajo raziskave z laserskim strukturiranjem površine. Pri laserski obdelavi kovinske površine s sekvenčnim laserskimi pulzi različnih energij odstranjujemo material s površine na poti laserskega žarka in na ta način spremenimo strukturo površine kovinskega materiala. S spreminjanjem eksperimentalnih parametrov kot so frekvenca laserskih pulzov, moč laserja, hitrost laserskega žarka, velikost laserskega žarka, smo pripravili različno vzorčene površine.

Pri raziskavi smo se osredotočili na različne kovinske materiale in sicer smo izbrali baker, ki ga pogosto uporabljajo z laserskim sistemom, ki ga izdeluje podjetje LPKF. Nadalje smo raziskave razširili na nerjavno jeklo AISI 316 L, zlitini TiAl4V6 in NiTiInol za aplikacije v medicini ter aluminij, kositer in medenino.

Pri laserskem strukturiranju smo odkrili, da laserska obdelava močno spremeni hidrofobnost površine kovinskega materiala. Izkaže se, da se pri laserskem vrtnanju z nanosekundnim laserjem na površini vedno pojavijo drobni izbrizgi taline, ki predstavljajo dodatno mikro/nano strukturo na površini. Število izbrizgov je odvisno od izbranega materiala, gostote luknjic in njihove globine. Predvidevamo, da lahko predvsem ta dodatna površinska struktura, ki je izključno posledica laserske obdelave, bistveno vpliva na hidrofobnost površine. Ker ima ta fenomen zanimiv potencial za uporabo v mikrofluidiki in samočistilnih površinah, smo se osredotočili na raziskavo tega pojava. Pripravili smo vzorce različnih materialov na katerih smo strukturirali površine z različnimi laserskimi parametri. Izkazalo se je, da pojav izrazite hidrofobnosti, celo superhidrofobnosti, ko kot omočenja presega 150 stopinj, po daljšem stiku z vodo izzveni. Pri nekaterih mikrostrukturiranih površinah smo opazili superhidrofilne lastnosti, v nasprotju s pričakovanji pa nismo prišli do superhidrofobne površine niti pri uporabi

nekaterih hidrofobnih organskih prevlek. Za razjasnitev tega zanimivega pojava smo raziskali površino še z eksperimentalno napravo – goniometer, za merjenje kota omočljivosti tekočine na površini. Sistematično smo mrili kote omočljivosti in njihovega časovnega spreminjanja. Vse strukturirane površine smo analizirali s FE-SEM mikroskopom, poleg tega smo z metodo XPS merili kemijske spremembe na površini pred in po izpostavitvi v vodi. Z raziskavo tega pojava bomo nadaljevali predvsem zaradi potencialne aplikativne vrednosti.

Vzporedno z raziskavo lasersko inducirane hidrofobnosti smo z laserskim strukturiranjem površine poskušali doseči tudi gradienta hidrofobnosti. To smo poskušali narediti z gradientom hrapavosti površine v kombinaciji s superhidrofobizacijo površine s samourejeno monoplastjo fluoriniranega polimera. Ugotovili smo, da je monoplast precej mehansko nestabilna in hitro pride do poškodbe površine, zato smo uspeli gradient hidrofobnosti izmeriti samo na majhnih razdaljah nepoškodovane površine. Dodatno smo poskušali površino hidrofobizirati tudi s fluoriniranjem, ki pa ni obrodilo zadovoljivih rezultatov.

Nekatere strukturirane plasti smo izpostavili biološkemu nalaganju bakterije *E. coli*, ki pa se na površino kljub strukturi prijela predvsem zaradi velikosti struktur.

V okviru projekta so v LPKF izdelali nekaj mikro strukturiranih površin z metodo direktnega laserskega risanja (Laser Direct Imaging). Pri tej metodi smo negativ vzorca izrisali v različne tipe fotorezista in potem naredili odtis v PDMS (polidimetilsiloksan) elastomeru. S to metodo lahko dosežemo precej bolj fino strukturiranje, kar nam omogoča izdelavo zelo finih struktur. Za uvod smo reproducirali nekaj vzorcev iz narave tudi t.i. sharklet (vzorec podoben koži morskega psa) in nekaj drugih vzorcev, ki smo jih tudi izpostavili biološkemu nalaganju. Poskušali smo prenesti mikrostrukturo s PDMS polimera na kovinsko površino z metodo odtiskovanja. Mikrostrukturo smo prenesli vendar je globina odtisa relativno nizka (nekaj deset nm), želena globina je nekaj mikrometrov.

(3) Nanostrukturirane površine zaščitene z anorganskimi antibiotiki smo raziskali v okviru doktorske disertacije *Vpliv fizikalne in kemijske modifikacije površine avstenitnega nerjavnega jekla (AISI 316L) na adhezijo bakterij*. Adhezija bakterij na površine je pomemben biološki proces, ki je odvisen od številnih parametrov kot so kemija površin, kemijska sestava, topografija in hrapavost površine.

Hrapavost površine igra pomembno vlogo v procesu adhezije, zlasti kadar so nepravilnosti na površini primerljive z velikostjo bakterij in lahko nudijo bakterijam zavetje pred neugodnimi okoljskimi dejavniki. Namen raziskave je bil preučiti vpliv hrapavosti in topografije površine nerjavnega jekla (AISI 316 L) in vzorcev z deponirano tanko plastjo TiO₂ in Ag na adhezijo bakterij *E. coli*.

Raziskali smo vpliv lastnosti površine avstenitnega nerjavnega jekla AISI 316L in enakega jekla z nanesenimi tankimi plastmi srebra (Ag) in titanovega oksida (TiO_x) na adhezijo modelne bakterije *Escherichia coli* (*E. coli*). Pripravili smo šest različno obdelanih površin avstenitnega nerjavnega jekla AISI 316L in primerjali z enakimi vzorci na katere so bile nanese Ag in TiO_x tanke plasti. S pomočjo vrstičnega elektronskega mikroskopa (SEM), mikroskopa na atomsko silo (AFM), s spektroskopijo Augerjevih elektronov (AES) in rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo (XPS) smo raziskali vpliv topografije površine, hrapavosti površine, kemijske sestave površine in površinske energije na adhezijo bakterij. Modelni organizem bakterija *E. coli* se je pritrdila na vse površine, tako na nerjavno jeklo kot tudi na Ag in TiO_x tanke plasti in ugotovili smo, da je število bakterij povezano s hrapavostjo površine. Na nerjavnem jeklu smo najmanjšo adhezijo bakterij opazili na površini A800 (Ra 0,08 μm), medtem ko je bila na Ag in TiO_x tankih plasteh najmanjša adhezija bakterij opazna na površini A1200 (Ra 0,04–0,05 μm). Adhezija bakterij na vseh površinah (nerjavno jeklo, Ag in TiO_x tanke plasti), ki so bolj hrapave (A100, A120, A320) oziroma bolj gladke (APOL) je bila višja. Na adhezijo bakterij je poleg hrapavosti vplivala tudi topografija površine, predvsem topografske značilnosti (razpoke, praske, brazde in grebeni), ki so približno enakih velikosti kot so celice bakterij, so

vplivale na razporeditev pritrjenih celic bakterij. Adhezija bakterij na tankih plasteh Ag je bila bistveno nižja v primerjavi z nerjavnim jeklom in tankimi plastmi TiOx.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program dela na raziskovalnem projektu J2 -4326 Karakterizacija in modeliranje nanostrukturnih površin kovinskih materialov je bil realiziran v celoti, v okviru projekta so bile izdelane tri doktorske disertacije.

Program dela združuje več raziskovalnih področij, ki jih povezujejo raziskave površin in mejnih površin, nanostrukturiranje površine, karakterizacija in modeliranje.

(1) Inženirstvo mejnih površin in nanostrukture obravnava modelne raziskave nanostrukturiranih površin nastalih pri segregaciji oziroma adsorpciji površinsko aktivnih elementov Se in P na osnovnih ploskvah (110) in (001) ter (111) monokristala FeSiSe. Izvedene so bile modelne raziskave z DFT modeliranjem, kar smo objavili v dveh publikacijah v reviji Applied surface science, en članek pa je v isti reviji v fazi ocenjevanja.

Z DFT modeliranjem smo potrdili hipotezo, da pride do pojava rekonstrukcije površine na ploskvi FeSiSe(110), kar smo eksperimentalno dokazali že v naših prejšnjih raziskavah.

Prav tako smo razvili nov pristop modeliranja mikrostrukture kovinskih materialov. Osnovna ideja brez-mrežnega modeliranja je bila predstavljena v doktorski disertaciji *Karakterizacija in modeliranje mikrostrukture vzmetnih jekel z uporabo genetskega algoritma*. Kasneje je bilo delo v dopolnjeni obliki tudi izdano v znanstveni monografiji. Razvili smo strukturni model zrn materiala, za kar smo uporabili nevrnske sisteme.

Zelo uspešni smo bili pri raziskavah na področju avtomatizacije Augerjeve elektronske (AE) spektroskopije ki smo jo obravnavali v okviru doktorske disertacije *Avtomatska analiza spektrov Augerjevih elektronov*. Znižali smo tudi detekcijsko mejo metode AES, kar je izjemen dosežek. Z raziskavami nam je uspelo postaviti temelje za avtomatsko analizo spektrov AE.

(2) Pri laserskem strukturiranju površine kovinskih in polimernih materialov smo odkrili, da laserska obdelava močno spremeni hidrofobnost površine kovinskega materiala. Izkaže se, da se pri laserskem vrtanju z nanosekundnim laserjem na površini vedno pojavijo drobni izbrizgi taline, ki predstavljajo dodatno mikro/nano strukturo na površini. Število izbrizgov je odvisno od izbranega materiala, gostote luknjic in njihove globine. V LPKF so razvili in izdelali nekaj mikro strukturiranih površin z metodo direktnega laserskega risanja (Laser Direct Imaging

(3) Nanostrukturirane površine zaščitene z anorganskimi antibiotiki smo raziskali v okviru doktorske disertacije *Vpliv fizikalne in kemijske modifikacije površine avstenitnega nerjavnega jekla (AISI 316L) na adhezijo bakterij*. Adhezija bakterij na površine je pomemben biološki proces, ki je odvisen od številnih parametrov kot so kemija površin, kemijska sestava, topografija in hrapavost površine.

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

V prvem letu trajanja raziskovalnega projekta, 2011 ni bilo nobenih sprememb programa raziskovalnega projekta.
 V drugem letu se je 1. decembra 2012 vključil v projektno skupino mladi raziskovalec Klemen Zelič univ.dipl.fiz .
 V letu 2013 ni bilo nobenih sprememb programa raziskovalnega projekta niti projektne skupine.
 Tudi v letu 2014 ni bilo sprememb programa raziskovalne skupine in projektne skupine.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	1062826	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Adsorpcija selena na Fe(100) in Fe(111) površinah
		ANG	Selenium adsorption at different coverages on Fe(100) and Fe(111)
	Opis	SLO	Adsorpcijo Se na Fe(100) in Fe(111) površinah smo študirali z modeliranjem z DFT metodo,(Teorija Gostotnega Funkcionala). Se je adsorbiran na površini (111) v popačenem mostu, na površini (100) pa je na mestu štirikratne praznine, z energijami od -10.36 in -5.25 eV. Se adsorpcija vodi do rekonstrukcije površine. Pojavi se kontrakcija v primeru (100) ravnine pri prekritjih 1/2 in 1/4 ML ter relaksacija pri prekritju 1ML (4.5%). Kontrakcija narašča do 15% za (111) ravnino in 1/4ML. Pri večjih debelinah segregirane plasti Se, ni urejenega gibanja kovinskih atomov na površini, in skoraj ni sprememb pri 1ML. Magnetni moment za površinske Fe atome se znižuje z znižanjem debeline segregirane plasti. Najbolj pomembne spremembe so v ravnini (100), sledi (110) in nato ravnine (111) z znižanjem 52%, 24% in 7%. Gostota stanj kaže prispevek Se atomov pri -5.0 in -13.1 eV,, ko so stabilizirani po končani adsorpciji. zmanjšanje Fe-Fe vezi je večje v (100) ravninah. Fe-Se vezi nastanejo na račun kovinskih vezi.
		ANG	Se adsorption on Fe(100) and (111) surfaces is examined using the density functional theory (DFT). Selenium is adsorbed in a distorted bridge on the (111) surface while in the (100) surface it prefers a 4-fold hollow site, with energies of -10.36 and -5.25 eV, respectively. Se adsorption results in surface reconstruction. There is some contraction in the case of the (1 0 0) plane for 1/4 and 1/2 ML coverage and some relaxation at 1 ML (4.5%). Contraction increases to 15% for the (1 1 1) plane at 1/4 ML. At a higher coverage, there is a non-regular movement of surface metal atoms, and there is almost no change at 1 ML. The magnetic moment for surface Fe atoms decreases with coverage. The most important changes are in the (1 0 0) plane, followed by the (1 1 0) and then the (1 1 1) planes with a reduction of 52%, 24% and 7% respectively. The density of states presents a contribution of Se states at -5.0 and -13.1 eV, when stabilized after adsorption. The Fe-Fe bond weakening is higher in the (1 0 0) plane. Fe-Se bonds are formed at the expense of the metallic bond.
	Objavljeno v	North-Holland; Applied Surface Science; 2014; Vol. 315; str. 252-260; Impact Factor: 2.538;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.361; A'': 1;A': 1; WoS: EI, QG, UB, UK; Avtorji / Authors: Cardoso Schwindt V., Ardenghi J. S., Šetina Barbara, Bechthold P., González E. A., Jasen P. V., Juan A., Jenko Monika	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS ID	854186	Vir: COBISS.SI	
2.	Naslov	SLO	Študij adsorpcije Se s Teorijo Gostotnega Funkcionala na Fe(100) ravnini

	ANG	Density functional theory study of selenium adsorption on Fe(1 1 0)
Opis	SLO	Raziskali smo adsorpcijo atomov Se na Fe(100) ravnini z modeliranjem DFT-slovensko Teorija Gostotnega Funkcionala. Selen se adsorbira na visoko simetrijskih mestih: -kratek in dolg -most, in na vrhu mest pri 1/2, 1/4 in 1 monoplast (ML) debelini segregirane plasti. Rezultati so pokazali da so mesta Dolgi most (LB) najbolj stabilna, sledijo kratki (SB) in mesta na vrhu(T). Raziskali smo naslednje strukture: p(2 * 2), c(2 * 2), in p(1 * 1), ki odgovarjajo 1/4 ML, 1/2 ML, in 1 ML segregirani plasti Se. Energija adsorpcije je -5.23 eV pri 1/4 ML. Adsorpcija selena inducira rekonstrukcijo površine, ki je bolj intenzivna na mestih dolgi most pri 1/2 ML z vertikalnim premikom med +8.63 in -6.69% z ozirom na osnovno pozicijo Fe-, kar vpliva na 1 in 2 sosedne atome. Največji premik v x in y smeri je bil ocenjen 0.011, 0.030 in 0.021 Å za mesta na vrhu in mesta na mostu. Primerjava med Se adsorbiranimi atomi in čistimi Fe površinami kaže zmanjšanje magnetnega momenta površinske plasti Fe atomov v bližini Se atomov. Na mestih dolgi most (LB) prisotnost Se atomov povzroči zmanjšanje v gostoti Fe d orbital med 4 in 5eV pod Fermijevim nivojem. Gostota stanj kaže prispevek Se atomov pri -3.1 eV in -12.9 eV
	ANG	The adsorption of atomic Se on a Fe(1 1 0) surface is examined using the density functional theory (DFT). Selenium is adsorbed in high-symmetry adsorption sites: the -short and long-bridge, and atop sites at 1/2, 1/4, and 1 monolayer (ML) coverages. The long bridge (LB) site is found to be the most stable, followed by the short bridge (SB) and top sites (T). The following overlayer structures were examined, p(2 * 2), c(2 * 2), and p(1 * 1), which correspond to 1/4 ML, 1/2 ML, and 1 ML respectively. Adsorption energy is -5.23 eV at 1/4 ML. Se adsorption results in surface reconstruction, being more extensive for adsorption in the long bridge site at 1/2 ML, with vertical displacements between +8.63 and -6.69% -with regard to the original Fe position-, affecting the 1st and 2nd neighbours. The largest displacement in x or y-directions was determined to be 0.011, 0.030, and 0.021 Å for atop and bridge sites. Comparisons between Se-adsorbed and pure Fe surfaces revealed reductions in the magnetic moments of surface-layer Fe atoms in the vicinity of the Se. At the long bridge site, the presence of Se causes a decrease in the surface Fe d-orbital density of states between 4 and 5 eV below Fermi level. The density of states present a contribution of Se states at -3.1 eV and -12.9 eV.
Objavljeno v		North-Holland; Applied Surface Science; 2011; Vol. 257, no. 15; str. 6878-6883; Impact Factor: 2.103; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.183; A'': 1; A': 1; WoS: EI, QG, UB, UK; Avtorji / Authors: González E. A., Jasen P. V., Bechthold P., Juan A., Šetina Barbara, Jenko Monika
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	899498 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Segregacija fosforja na ukrivljeni meji zrna 46.8°(111) zlitine Fe-2.3% V
	ANG	Solute segregation at 46.8°(111) twist grain boundary of a phosphorus doped Fe-2.3%V alloy
Opis	SLO	Študij kemijskih pojavov na ukrivljeni meji zrna 46.8°(111) zlitine Fe-2.3% V je pokazal povečano obogatitev fosforja v temperaturnem področju od 500 do 800°C. Istočasno smo detektirali skoraj zanemarljivo vendar neodvisno segregacijo vanadija. Standardno entalpijo in entropijo segregacije fosforja in vanadija na mejah zrn smo določili z Guttmanovim modelom večkomponentne medploskovne segregacije. Dobljeni podatki jasno kažejo da vsota =19 naključnih mej je posebna (npr. nizka energija vmesnih mej). Rezultati tudi dobro sovpadajo z napovedanim modelom segregacije na mejah zrn in potrjujejo da fosfor segregira intersticijsko na mejah zrn, medtem ko vanadij substitucijsko zamenja Fe atome v strukturi

		medploskovnega področja.
	ANG	The Auger electron spectroscopy study on chemistry of the 46.8°(111) twist grain boundary of an Fe-2.3%V alloy showed an extended phosphorus enrichment at temperatures in range of 500°C and 800°C. Simultaneously, slight but nearly independent segregation of vanadium was also detected. The standard enthalpy and entropy of grain boundary segregation of phosphorus and vanadium were determined according to the Guttman model of multicomponent interfacial segregation. Obtained data clearly show that this [sum] = 19 coincidence boundary is special (i.e. low energy interface). The data also fit well with the predictive model of grain boundary segregation and confirm that phosphorus segregates interstitially at the grain boundary while vanadium substitutes iron atoms in the interface structure.
	Objavljeno v	North-Holland;Elsevier; Surface science; 2012; Vol. 606, no. 3/4; str. 258-262; Impact Factor: 1.838;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.827; WoS: EI, UK; Avtorji / Authors: Lejček Pavel, Pokluda Jaroslav, Šandera Pavel, Horníková J., Jenko Monika
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	17537814 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Raziskave korozije na površini titana nastale s kombinacijo alkalij in toplotne obdelave
	ANG	Investigations of corrosion on the surface of titanium substrate caused by combined alkaline and heat treatment
	Opis	SLO Študirali smo spremembe struktur v globinski plasti titanovega substrata po jedkanju z NaOH in naknadni toplotni obdelavi pri različnih temperaturah med 300° in 800° C z XRD, FTIR in AES ; posebno spremembe Ti substrata po jedkanju z NaOH in posledično ionsko izmenjavo Na+ s Ca2+ ioni in toplotno obdelavo pri 700°C. S tem pristopom smo dobili vpogled v kemijske spremembe kot tudi spremembe oksidacijskih stanj in analize faz v oksidni titanovi prevleki.
	ANG	In this research, the structure changes along the depth of gradient layers of titanium substrate, after etching with NaOH and subsequent thermal treatment at various temperatures between 300 and 800 °C, were investigated by XRD, FTIR and AES. Particularly, the changes of Ti substrate after etching with NaOH, subsequent ionic exchange of Na+ with Ca2+ ions and thermal treatment at 700 °C were analysed This structure might be suitable for deposition of hydroxyapatite by biomimetic or plasma methods and as an appropriate scaffold for cell adhesion and proliferation.
	Objavljeno v	Pergamon Press; Corrosion science; 2014; Vol. 82; 180-190 str.; Impact Factor: 3.686;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.916; A'': 1;A': 1; WoS: PM, PZ; Avtorji / Authors: Jokanović Vukoman, Vilotijević Miroljub, Jokanović B., Jenko Monika, Anžel Ivan, Stamenković Dragoslav, Lazić Vojkan, Rudolf Rebeka
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	1024170 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Modeliranje mikrostrukture kovinskih materialov-nov zgled
	ANG	Modelling of metallic material microstructure -new paradigm
		Znanstvena monografija obravnava področje karakterizacije in modeliranja mikrostrukture polikristaliničnih kovinskih materialov (vzmetno jeklo), s ciljem boljšega razumevanja kompleksnih problemov napovedovanja lastnosti materialov, ki temelji na poznavanju in predstavitvi mikrostrukture. Lastnosti mikrostrukture vzmetnih jekel so bile študirane na številnih vzorcih s ciljem razumeti osnovne geometrijske lastnosti

Opis	SLO	potrebne za gradnjo modela. Podan je pregled tehnik svetlobne mikroskopije, vrstične elektronske mikroskopije in Augerjeve elektronske spektroskopije. Prikazani so nekateri splošni vidiki metod za modeliranje mikrostrukture. Metoda, ki kombinira nevronske sisteme in genetske algoritme predstavlja originalni preboj ter ponuja temelje za popolnoma nov pristop k modeliranju mikrostrukture kovinskih materialov. Predstavitev naključno strukture zrna (kot objekta) je narejena z nevronskim sistemom. Manipulacija in optimizacija oblike naključno generiranih zrn je narejena z genetskimi algoritmi. Postavljen koncept modeliranja je predstavljen v 2D prostoru vendar je načrtovan tako, da ga lahko direktno prenesemo v 3D prostor.
	ANG	The scientific monography covers the characterization and modeling of polycrystalline metallic material (spring steel) microstructures, with the aim being to better understand the complex problem of predicting material properties based on a knowledge and representation of the microstructure. The microstructure features of the spring steel were studied on numerous samples in order to understand the basic geometrical characteristics needed to build the model. An overview of light microscopy, scanning electron microscopy, and Auger electron spectroscopy techniques is provided. Some general aspects of the methods used for the microstructure modeling are provided. The method using neural networks and genetic algorithms is an original breakthrough contribution and provides the foundation for a completely new approach to the modeling of metallic materials. The representation of a random grain structure (as an object) is realized using the neural networks. The manipulation and optimization of the randomly generated grain shape is achieved by the genetic algorithms. The established concept of the 2D modeling is designed and can be directly used in the 3D space.
	Objavljeno v	LAP Lambert Academic Publishing; 2014; VIII, 148 str.; Avtorji / Authors: Bytyqi Arsim, Belič Igor, Jenko Monika
Tipologija	2.01 Znanstvena monografija	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	966058	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Mikrostrukturiranje z laserskim direktnim risanjem
		ANG	Micropatterning via laser direct imaging (LDI)
		SLO	Mikrostrukturiranje je miniaturizacija periodičnih struktur na površini materiala. Aplikacija mikrostrukturiranja zelo hitro narašča v inženirstvu biomaterialov, celične biologije, biomedicine, optoelektroniki kot tudi na drugih področjih. Najbolj tradicionalen način mikrostrukturiranja je s pomočjo fotolitografije, ki je osnova današnje izdelave mikročipov. Podobna metoda mehka litografija, ki se uporablja za elastomerne materiale, kar je ceneje od masovne proizvodnje in posebno primerno za biomedicinske aplikacije. Z namenom najti cenejše in hitrejše ter bolj natančne metode so bile uporabljene številne tehnike kot direktno risanje z laserjem (x-ray, ionski in elektronski snop) litografija, nanoimprint litografija, itd. Ena od alternativnih metod je lasersko direktno risanje (LDI- laser direct imaging), tehnika, kjer uporabimo laserski žarek za risanje vzorcev direktno na površino prekrito s fotorezistom brez uporabe in komplicirane izdelave mask.
			Micropatterning is miniaturization of periodic structures on the surface. The application of micropatterning is rapidly increasing in engineering ^{1,2,}

		<p>biomaterials engineering^[sup]3, cellular biology^[sup]4,5, biomedicine^[sup]6, opto-electronics^[sup]7 and other fields. Most traditional method for micropatterning and microstructuring is photolithography which is basis for today's computer microchip production. Similar is soft lithography which is a class of techniques using elastomeric materials, which is cheaper for mass production and especially convenient for biomedical applications. In order to find cheaper faster and more accurate methods a number of techniques have been investigated like, direct-write laser (X-ray, ion beam, e-beam) lithography, nanoimprint lithography, drying/evaporative lithography, self-assembly methods, aerosols micropatterning and others. One of alternative methods is Laser Direct Imaging (LDI), a technique where a laser beam is used to image a pattern directly on photoresist-coated surface and thus avoids photomask fabrication. The most obvious difference from the traditional photolithography is the benefit of time and cost savings associated with the creation, use handling and storage of photo tools. Further, this method avoids problems related to mask related defects. The novel LPKF developed ProtoLaser LDI system has a superior 1 [mu]m laser spot size which allows for very small structure resolution. Implementation of acousto-optic deflector allows for extremely fast and accurate writing with positioning accuracy below 1 nm. We present several patterns on micron and sub-micron scale for antibiofouling and microfluidics applications created by this novel LPKF LDI system.</p>	
	ANG		
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
Objavljeno v	Inštitut za kovinske materiale in tehnologije; Program in knjiga povzetkov; 2012; Str. 79; Avtorji / Authors: Kokalj Tadej, Kavčič Blaž, Jerič Anže, Jenko Monika		
Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
2.	COBISS ID	1089706	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vpliv fizikalne in kemijske modifikacije površine avstenitnega nerjavnega jekla (AISI 316L) na adhezijo bakterij	
	ANG	Influence of physical and chemical surface modifications of austenitic stainless steel (AISI 316L) on bacterial adhesion	
Opis	SLO	<p>V doktorski disertaciji smo raziskali vpliv lastnosti površine avstenitnega nerjavnega jekla AISI 316L in enakega jekla z nanesenimi tankimi plastmi srebra (Ag) in titanovega oksida (TiOx) na adhezijo modelne bakterije Escherichie coli (E. coli). Pripravili smo šest različno obdelanih površin avstenitnega nerjavnega jekla AISI 316L in primerjali z enakimi vzorci na katere so bile nanese Ag in TiOx tanke plasti. S pomočjo vrstičnega elektronskega mikroskopa (SEM), mikroskopa na atomsko silo (AFM), s spektroskopijo Augerjevih elektronov (AES) in rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo (XPS) smo raziskali vpliv topografije površine, hrapavosti površine, kemijske sestave površine in površinske energije na adhezijo bakterij. Modelni organizem bakterija E. coli se je pritrdila na vse površine, tako na nerjavno jeklo kot tudi na Ag in TiOx tanke plasti in ugotovili smo, da je število bakterij povezano s hrapavostjo površine. Na nerjavnem jeklu smo najmanjšo adhezijo bakterij opazili na površini A800 (Ra 0,08 µm), medtem ko je bila na Ag in TiOx tankih plasteh najmanjša adhezija bakterij opazna na površini A1200 (Ra 0,04–0,05 µm). Adhezija bakterij na vseh površinah (nerjavno jeklo, Ag in TiOx tanke plasti), ki so bolj hrapave (A100, AIZV, A320) oziroma bolj gladke (APOL) je bila višja. Na adhezijo bakterij je poleg hrapavosti vplivala tudi topografija površine, predvsem topografske značilnosti (razpoke, praske, brazde in grebeni), ki so približno enakih velikosti kot so celice bakterij, so vplivale na razporeditev pritrdjenih celic bakterij. Adhezija bakterij na tankih plasteh Ag je bila bistveno nižja v primerjavi z nerjavnim jeklom in tankimi plastmi TiOx.</p>	
		The aim of the doctoral thesis was to examine the influence of material	

		<p>properties of stainless steel AISI 316 L and Ag and TiOx thin films deposited on the AISI 316L steel substrate, on the adhesion of model bacteria Escherichia coli (E. coli). Six different surfaces finish on AISI 316L stainless steel was prepared and compared to the samples with deposited Ag and TiOx thin films. The effect of surface roughness, topography, surface chemistry and surface energy on bacterial adhesion was studied using scanning electron microscope (SEM), atomic force microscope (AFM) as well as Auger Electron spectroscopy (AES) and x-ray photoelectron spectroscopy (XPS).</p> <p>Surface characterization revealed that stainless steel (SS) surface finishes did not differ in surface chemistry and hydrophobicity only topography and roughness varied considerably. SS samples of different surface finishes with deposited Ag and TiOx thin films are more hydrophilic compared to basic SS and exhibited larger difference in hydrophobicity without any observable difference in surface chemistry. Addition of Ag and TiOx thin films did not alter the roughness and topography of basic SS samples however we observed additional nanotopography due to the sputtering process.</p> <p>E. coli adhere to all, basic SS and samples with deposited Ag and TiOx thin films and the adhesion on all surfaces/surface finishes was correlated with surface roughness. On basic SS samples minimal adhesion was observed on A800 surface finish (Ra 0.08 µm), whereas on samples with deposited Ag and TiOx thin films, minimal adhesion was observed on A1200 surface finish (Ra 0.04–0.05 µm). Adhesion to all basic and samples with Ag and TiOx thin films rougher (A100, AIZV, A320) and smoother (APOL) surfaces was higher.</p> <p>Surface topography on the other hand influenced the pattern of adhesion. E. coli cells tend to concentrate in and along surface morphological features (pits, crevices, scratches grooves and ridges) which are of similar size as the cells.</p> <p>The adhesion of bacteria was significant lower on the Ag deposited SS compared to basic and TiOx thin films SS, thus demonstrating the influence of surface chemistry on the adhesion.</p>
	ANG	
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v	[M. Hočevar]; 2014; X, 79 str.; Avtorji / Authors: Hočevar Matej
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
3.	COBISS ID	278279936 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Avtomatska analiza spektrov Augerjevih elektronov
		ANG Automated Auger electron spectra analysis
	Opis	<p>SLO Avtomatizacija procesa analize Augerjevih spektrov je zelo zahtevna naloga. Mnogi raziskovalci so že poskušali poiskati rešitev vendar brez uspeha. Pomembna dela spektra, ki onemogočata avtomatsko analizo sta spektralno ozadje in šum. Oba zameglita pogled na spektralne vrhove in zmotita proces analize. Šum se zato velikokrat narobe prepozna kot spektralni vrhovi. Zato je prvi korak avtomatske analize spektrov prav odstanjevanje šuma in ozadja. Vsako poseganje v spektre z namenom zmanjševanja šuma vpliva tudi na obliko spektralnih vrhov. Študiralimo pripravljale metode za avtomatsko analizo spektrov ob sočasni oceni napake, ki jo metode povzročijo pri obliki spektralnih vrhov.</p> <p>ANG Automation of the recognition process of Auger spectra has turned out to be quite a tedious task. Attempts by various researchers have been made. Two elements of the measured spectra which greatly interfere with the automatic recognition process are background and noise. Both interfere in quantitative evaluation of characteristic peaks of elements, whereas some of the spikes coming out as a result of noise, in the automatic recognition process will be falsely accounted for as peaks. Thus for further data preparation, finding proper methods for background removal and noise</p>

		reduction is a must. Even though the idea is straight forward, this is not an easy task, because whenever the data is manipulated through background removal and noise reduction methods, the risk of altering the original data is always present and unfortunately unavoidable. Our team is studying methods to accomplish the data preparation for automatic recognition which will cause minimal or at least controllable loss of the original data.
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v	[B. Poniku]; 2015; X str., 157 str.; Avtorji / Authors: Poniku Besnik
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
4.	COBISS ID	1068714 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Samooskrbovana mikrofluidna črpalka s tekočo inkapsulacijo
		<i>ANG</i> Self-powered imbibing microfluidic pump by liquid encapsulation
	Opis	<i>SLO</i> Zanesljiva, neodvisna, notranje samo oskrbovana mikrofluidna črpalka je kritična zahteva za naprave za hitro diagnostiko v medicini (point of care-POC), integrirane molekularne diagnostične platforme in sistemov za dovajanje zdravil. Opisana je neodvisna samooskrbovana mikrofluidna črpalka s tekočo inkapsulacijo (SIMPLE ang.: Self-powered Imbibing Microfluidic Pump by Liquid Encapsulation), ki je uporabna, avtonomna, enostavna za uporabo in izdelavo, robustna in cenovno učinkovita za POC napravo. Črpalka predstavlja delovno tekočino, ki jo vsrka porozni material (papir) po aktivaciji. Črpanje delovne tekočine ustvarja znižanje tlaka v analiznih kanalih in inducira sekvenčne tokove vzorca v mikrofluidni mreži. Zato ne rabi zunanje energije ali kontrole in jo lahko enostavno aktiviramo s pritiskom prsta. Razmerje toka lahko programiramo z definiranjem oblike uporabljenih materialov: z uporabo papirjev treh različnih poroznosti s krožnim kotnim delom 20°, 40° in 60°, tremi različnimi razmerji toka 0.07 mikro L s-1, 0.12 mikro L s-1 in 0.17 mikro L s-1 so prikazani pri 200 mikro m x 600 micro m preseki kanalčkov. Vpeljali smo SIMPLE črpalko 17 micro L vzorca, volumen se lahko poveča na nekaj sto mikro L.
		<i>ANG</i> Reliable, autonomous, internally self-powered microfluidic pumps are in critical demand for rapid point-of-care (POC) devices, integrated molecular-diagnostic platforms, and drug delivery systems. Here we report on a Self-powered Imbibing Microfluidic Pump by Liquid Encapsulation (SIMPLE), which is disposable, autonomous, easy to use and fabricate, robust, and cost efficient, as a solution for self-powered microfluidic POC devices. The imbibition pump introduces the working liquid which is sucked into a porous material (paper) upon activation. The suction of the working liquid creates a reduced pressure in the analytical channel and induces the sequential sample flow into the microfluidic circuits. It requires no external power or control and can be simply activated by a fingertip press. The flow rate can be programmed by defining the shape of utilized porous material: by using three different paper shapes with circular section angles 20°, 40° and 60°, three different volume flow rates of 0.07 micro L s-1, 0.12 micro L s-1 and 0.17 micro L s-1 are demonstrated at 200 micro m x 600 micro m channel cross-section. We established the SIMPLE pumping of 17 micro L of sample; however, the sample volume can be increased to several hundreds of micro L.
	Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa
	Objavljeno v	Royal Society of Chemistry; Lab on a chip; 2014; Vol. 14, Iss. 22; str. 4329-4333; Impact Factor: 5.748;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.395; A': 1; WoS: CO, DY, NS; Avtorji / Authors: Kokalj Tadej, Park Young Geun, Vencelj Matjaž, Jenko Monika, Lee Luke P.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

Član projektne skupine dr. Tadej Kokalj, je 16.11.2014 predstavil na TED Ljubljana rezultate raziskav s področja strukturiranja karakterizacije in modeliranja mikrostrukture ki jih je kombiniral z raziskavami mikrofluidike, ki jih izvaja kot sodelavec KUL, University Leuven, Belgija in Berkeley, University of California, kjer je bil Fullbrightov štipendist. Zelo pomemben rezultat projektne skupine je sodelovanje z UC Berkeley (University of California Berkeley). Omenjena univerza zavzema 2. mesto na lestvici najboljših univerz na svetu po najbolj znani t.i. Šanghajski lestvici. Rezultat sodelovanja sta dva skupna članki, "Biologically inspired porous cooling membrane using arrayed droplets evaporation. Appl. phys. Lett., 2010, vol. 96, str. 163703/1163703/3, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2010ApPhL.96p3703K>, doi: 10.1063/1.3332398. [COBISS.SIID 802986], avtorjev KOKALJ, Tadej, CHO, H., JENKO, Monika, LEE, P." KOKALJ, Tadej, PARK, Young Geun, VENCELJ, Matjaž, JENKO, Monika, LEE, Luke P. Self-powered imbibing microfluidic pump by liquid encapsulation : SIMPLE. Lab on a chip, ISSN 1473-0197, 2014, vol. 14, iss. 22, str. 4329-4333, ilustr., doi: 10.1039/c4lc00920g. [COBISS.SI-ID 1068714]

Član projektne skupine dr. Tadej Kokalj je v letu 2011 dobil Fulbrightovo štipendijo za nadaljevanje skupnega sodelovanja pri prof. LEEju na UC Berkeley.

Dr. Marjetka Conradi se je usposablja na Katoliški univerzi Lueven v Belgiji, s katero IMT uspešno sodeluje v letih 2012 in 2013.

Podiplomsko izobraževanje na Mednarodni podiplomski šoli Jožef Stefan, ki se ji je pridružil IMT je tudi pomemben dosežek.

V okviru tega izobraževanja so bile v letu 2014 in 2015 zaključene tri doktorske disertacije s področja raziskav projekta, v času trajanja projekta pa štiri doktorske disertacije..

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine³

9.1. Pomen za razvoj znanosti³

SLO

V okviru projekta smo razvili in ali osvojili nove metodologije za karakterizacijo nanostrukturiranih kovinskih materialov in mejnih površin na nano in atomski skali. Na IMT smo razvili eksperimentalno tehniko za meritve ravnotežne segregacije "in situ" in za določanje mehanizma in kinetike segregacije. Pojav facetiranja smo v okviru doktorskega dela Ionsko modificirane površine na nano skali in primerjali s pojavom nastanka riplov pri nižjih temperaturah in z uporabo ionskega snopa. Odprlo se je novo področje raziskav nanostrukturiranja površin z uporabo ionskega snopa, ki je obetaven in cenejši proces kot nanolitografija.

V okviru projekta smo s sodelovanjem z argentinsko raziskovalno skupino s prof. Alfredom Juanom z Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca izdelali modelno raziskavo segregacije Se na površini FeSi monokristala (110) ter (001) in (111) z modeliranjem z DFT (Density functional theory) in rezultate objavili v dveh člankih, eden pa je v tisku.

V doktorski disertaciji Karakterizacija in modeliranje mikrostrukture vzmetnih jekel z uporabo genetskega algoritma je obravnavan nov način modeliranja mikrostrukture kovinskih materialov. Predstavljeno delo je inovativen pristop v smeri nemrežnega modeliranja materialov.

V doktorski disertaciji Avtomatska analiza spektrov Augerjevih elektronov smo dosegli zavidljive rezultate na področju avtomatizacije Augerjeve elektronske (AE) spektroskopije. Ključ do avtomatske analize AE spektrov je v odstranitvi šuma in spektralnega ozadja, pri tem pa ne smemo popačiti spektralnih vrhov. Poznano spektralno ozadje odstranimo iz spektra. Iz tako pripravljene spektra lahko z avtomatsko metodo ugotovimo ali se iskani element v spektru nahaja in koliko ga je. Znižali smo tudi detekcijsko mejo metode AES, kar je izjemen dosežek. Z raziskavami nam je uspelo postaviti temelje za avtomatsko analizo spektrov AE.

Rezultati raziskav laserskega strukturiranja kovinskih površin z namenom analize vpliva na njihovo hidrofilitnost/hidrofobnost kažejo, da se pri laserskem vrtnanju na površini pojavijo drobni izbrizgi taline, ki predstavljajo dodatno mikrostrukturo na površini. Pri nanostrukturiranih površinah smo opazili superhidrofilne lastnosti, v nasprotju s pričakovanji pa nismo prišli do

superhidrofobne površine niti pri uporabi nekaterih hidrofobnih organskih prevlek. Pri laserskem strukturiranju površin smo študirali površine odporne na biološko nalaganje. Reproducirali smo nekaj vzorcev iz narave tudi t.i. sharklet (vzorec podoben koži morskega psa) in nekaj drugih vzorcev, ki smo jih tudi izpostavili bakterijskemu nalaganju in bomo na njih nadaljevali študij biološkega nalaganja.

V doktorski disertaciji Vpliv fizikalne in kemijske modifikacije avtenitnega nerjavnega jekla (AISI 316L) na adhezijo bakterij smo raziskali adhezijo bakterij na površino in tvorbo biofilmov na nerjavnem jeklu kar predstavlja kronično vir kontaminacije z mikrobi v medicini in živilski industriji. Število in razporeditev bakterij se je med vzorci razlikovalo. Bakterije se pritrjajo v neposredno bližino že pritrjenih bakterij in tvorijo skupke. Bakterije se pogosteje pritrjujejo v razpoke, praske in druge nepravilnosti na površini, saj jih ščitijo pred neugodnimi dejavniki okolja.

ANG

In the frame of the project the new methodologies were developed for the characterization of nanostructured metallic materials and interface analysis at nano and atomic scale. The experimental technique for measurements of equilibrium segregation in situ was developed at IMT, and the mechanism and kinetics of segregation were determined. The phenomenon of faceting was compared to the formation of ripples at lower temperatures and with the ion beam application in the frame of doctoral dissertation "Ion beam modification of surfaces in the nanoscale domain". A new research field introducing the nanostructuring of the surface using ion beam was opened, which is a promising and less costly process than nanolithography. In the frame of the project together with the Argentinian research group of Prof. Alfredo Juan From Universidad Nacional del Sur, Bahia Blanca the model investigation of Se surface segregation on the surface of single crystal facets (100), (001) and (111) by DFT (Density Functional Theory) modelling was performed, The common results are published in two papers and additional one is in print.

The third part of the project is interesting for Štore Steel, a producer of steel for high strength springs. The non-metallic inclusions are crucial for the desired quality of steels and springs. Therefore, in the frame of BSc Thesis entitled "Comparative analysis of 51CrV4 alloy and structuring of the results" a new methodology for determining content of non-metallic inclusions and their spatial distribution was produced, which represents a completely new approach not currently accessible in the literature data. The PhD thesis "Characterization and modelling of the microstructure of spring steel using genetic algorithm" is also under preparation as a part of Nanosciences and Nanotechnologies Advanced Metallic Materials, in the frame of JSI and IMT at the Jožef Stefan International Postgraduate School.

Doctoral dissertation "Characterization and modelling of the spring steel microstructures using genetic algorithm" introduces the innovative breakthrough method of modelling microstructure of metallic materials, the meshless modelling of metallic materials.

Doctoral dissertation "Automated Auger Electron spectra analysis" presents the enviable results in the field of AES automation. The key for automation analysis of AE spectra lies in noise removal and spectral background at the fact that spectra are not deformed. The known spectral background is removed from spectra and in such a way by automation method the investigated element of spectra can be detected. The detection limit of AES method was decreased, which is enviable achievement. We succeeded to establish the basis for automated analysis of AE spectra.

The results of laser nano structuring of metallic surfaces with the aim of analysis the effect of their hydrophilicity/hydrophobicity showed that at the occasion of laser drilling the small squirts on the surface appeared, represented additional surface microstructure. We noticed superhydrophilicity but we did not achieved superhydrofobicity. We studied also microstructured surfaces for antibiofouling and the shark let pattern as well as other samples were exposed to bacterial biofouling.

Doctoral dissertation "The influence of chemical and physical modification of austenitic stainless steel (AISI 316L) on bacterial adhesion" deals with the investigation of bacterial adhesion on the surface and formation of biofilms on the surface of stainless steel which present the chronic source of microbes contamination in medicine and food industry. The numbers and bacterial organization among different sample differed. Bacteria adhered to direct vicinity of already adhered bacteria and formed clusters. Often bacteria adhered to cracks, scratches and other irregularities on the surface, due to protection from unfavourable environment factors.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Rezultati razvoja novih metodologij in eksperimentalnih tehnik za karakterizacijo kovinskih materialov in kompozitov na atomski skali ter implementacija le teh v slovenski prostor je zelo pomembna tako za razvoj slovenske znanosti in raziskav kot tudi za implementacijo v mala in srednja podjetja ter zavode.

Rezultati raziskav bodo vplivali na razvoj novih nanostrukturiranih površin prevlek za preprečevanje biološkega nalaganja, pomembni so za slovensko gospodarstvo, za proizvajalce medicinske opreme in opreme za prehransko industrijo.

Rezultati nanostrukturiranih površin induciranih z adsorpcijo površinsko aktivni elementov so pomembni tako za za podjetje ACRONI, ki je proizvajalec neorientirane elektro pločevine, zlitine FeSi kot tudi za proizvajalce nanostrukturiranih površin z ionskim snopom, mogoče nadomestilo za nanolitografske postopke in za podjetje LPKF, ki lahko v bodoče površino struktura z ablacijo z laserskim žarkom.

Rezultati raziskav karakterizacije in modeliranja kovinskih materialov so pomembni za proizvajalca vzmetnih jekel za izdelavo visokotrnostnih vzmeti za avtomobilsko industrijo. Posebno pomemben je model prostorske porazdelitve nekovinskih vključkov v vzmetnem jeklu, ki kaže na soodvisnost z mehanskimi lastnostmi.

ANG

Results of development of new methodologies and experimental techniques for characterization of metallic materials and composites on nano and atomic scale as well as implementation to Slovenia is very important for Slovenian R&D.

Direct impact of the project to Slovenian economy and society of the results of teh project is through the development of new advanced nanostructured surfaces of coatings to prevent bio fouling. The results will also impact on Slovenian industry, producers of medical and food equipment.

The results of second topic are important for non-oriented steel, FeSi alloy, producer ACRONI and also for producers of nanostructured surfaces using ion beam, this is a promising and less costly process than nanolithography. The results are also important for company LPKF, the nanostructuring is possible also with laser ablation.

The results of characterization and modelling of microstructure of metallic materials are very important for producer of high quality spring steels for manufacturing of high strength springs for automotive industry. The most important is the Model for simulation of space distribution non-metallic inclusions in spring steels

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		

	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	Komentar	
	Ocena	

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Znanstveni članek
 KOKALJ, Tadej, PARK, Young Geun, VENCELJ, Matjaž, JENKO, Monika, LEE, Luke P. Self-powered imbibing microfluidic pump by liquid encapsulation : SIMPLE. Lab on a chip, ISSN 1473-0197, 2014, vol. 14, iss. 22, str. 4329-4333, ilustr., doi: 10.1039/c4lc00920g. [COBISS.SI-ID 1068714]

Znanstvena monografija
 BYTYQI, Arsim, BELIČ, Igor, JENKO, Monika. Modelling of metallic material microstructure : new paradigm, (Modelling challenges). Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, cop. 2014. VIII, 148 str., ilustr. ISBN 978-3-659-51571-2. [COBISS.SI-ID 1024170]
 kategorija: 2B (Z); tipologija ni verificirana
 točke: 40, št. avtorjev: 3

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
 raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Inštitut za kovinske materiale in
 tehnologije

Monika Jenko

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

13.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/109

-
- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)
- ² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)
- ⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.
- Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.
- Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)
- ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- ¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)
- ¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
C1-DD-5F-3C-23-F6-5A-0C-EE-E1-27-EE-0C-A0-67-C0-8E-88-9C-F0