

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	Tehnologije tankih plasti
Course title:	Technology of thin films

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Tehnologije in sistemi v strojništvu – druga stopnja	Tehnologije in sistemi v strojništvu	drugi	tretji
Technologies and systems in mechanical engineering – second cycle	Technologies and systems in mechanical engineering	second	third

Vrsta predmeta / Course type Izbirni/elective

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Laboratorijske vaje work	Druge oblike študija	Samost. delo Individ. work	ECTS
45		15	30		120	7

Nosilec predmeta / Lecturer: prof. dr. Boris Orel

Jeziki / Languages:	Predavanja / Lectures:	slovenski/ slovenian
	Vaje / Tutorial:	slovenski/ slovenian

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

- Pogoju za vključitev v delo je vpis v 2. letnik študija.

Prerequisites:

Vsebina:

Kemija materialov za fototerične in fotonapetostne sisteme- prevleke mikrometrskih (**premazi**) in nanometrskih dimenzij (**sol gel** in **vakumske** tanke plasti). Pregled sinteznih postopkov in tehnologij: **kemijska** in **vakumska** depozicija prevlek. Korelacija med kemijsko strukturo in lastnostmi prevlek .
Prevleke narejene po kemijskih postopkih (wet

Content (Syllabus outline):

chemistry routes): (a) premazi in (b) sol gel tanke prevleke:

(a) Premazi (debele prevleke mikrometrskih dimenzij): pigmenti, polimerna veziva, aditivi, disperzna sredstva in tehnološki postopki za pripravo premazov, fizikalne lastnosti, obstojnost, ocena življenske dobe uporabnosti. Priprava in uporaba premazov kot prevlek s toplotno- optičnimi učinki za pripravo sprejemnikov sončne toplote. Priprava in uporaba premazov kot pokravnih materialov za stekla in transparentne plastike za pasivne hiše in sprejemnike sončnega sevanje (obstojnost na UV sevanje, optične lastnosti, fototermini in fotonapetostni sistemi). Premazi kot zaščita polimernih in kovinskih materialov pred pregrevanjem: termotropne in termokromne prevleke, premazi z nizko termično emisivnostjo, premazi s spremenljivo absorpcijo (chameleon coatings) , "hladne" barve, radiacijsko hlajenje za doseganje nizkih temperatur. Optično prepustni polimerni materiali (PTFE, Mylar) in njihova funkcionalizacija za doseganje anti-soiling (protimadežatih) in self-cleaning (fotokatalitskih) efektov.

(b) Sol gel tanke prevleke (nanokompoziti): kemijske osnove sol gel postopkov, pregled sol gel materialov kot polimernih veziv za premaze (selektivne prevleke za sončne absorberje) in za fotonapetostne sisteme (Graetzlove fotoelektrokemijske celice). Depozicija sol gel nanokompozitnih prevlek in tankih plasti: tehnologije. Sol gel materiali kot nanokompoziti za »trde« prevleke (sončni fasadni absorberji, transparentne plastike), antirefleksne prevleke, prevleke s foto luminiscenčnimi lastnostmi, sol gel tanke plasti z elekrooptičnimi lastnostmi (elektrokromnizem, elektrokromni sistemi, »smart« windows«), fotokatalitski efekt (self-cleaning). Sol gel tanke prevleke z večfunkcionalnimi lastnostmi za sončne absorberje: oleofobnost in hidrofobnost v povezavi s protimadežastim učinkom (anitsoiling). Sol gel nanokompozitne prevleke

z večfunkcionalnimi lastnostmi za polimerne in anorganske materiale: beton (antigrafiti), ometi, naravni materiali (kamen). Uporaba pri sanaciji stavb in za varovanje kulturne dediščine ter kot pasivna toplotna zaščita ovoja zgradb. Zaščita kovin proti **koroziji** s sol gel nanokompoziti (korozijski procesi, meritve propadanja, uporaba spektroskopije in elektrokemijskih postopkov, itd). Napredni korozijski inhibitorji za železo, baker in aluminij.

Hranilniki toplote (PCM).

Materiali za pripravo solarnih hladilnikov in solarno hlajenje.

Pregled testnih metod za ugotavljanje obstojnosti materialov (pospešeni testi staranja).

Visokotemperaturno obstojne tanke prevlek za sprejemnike, ki delujejo pri visokih temperaturah (sončno hlajenje in procesna toplota).

Tanke plasti narejene po **vakumskih postopkih**: pregled depozicijskih tehnologij za spektralno selektivne prevleke za sončne absorberje

Tanke plasti: **kermeti**-optične lastnosti, obstojnost, zaščita pred korozijo

Vaje:

Seminarske vaje (pregled eksperimentalnih postopkov za opredeljevanje lastnosti materialov).

Spoznavanje procesov priprave nanokompozitnih prevlek in priprava premazov.

Laboratorijske vaje (isto kot zgoraj).

Izdelava naprav: sončni sprejemniki (kovinski in polimerni absorberji), sončni hladilniki, pasivni hladilni sistemi (elektrokromna okna in radiacijsko hlajeni sistemi).

Terensko delo:

Izdelava modelnih sistemov z večfunkcionalnimi lastnostmi s pomočjo naprednih materialov (radiacijsko hlajenje, fasadni sprejemniki sončnega sevanja, sončni sprejemniki s polimernimi absorberji narejenimi iz ekstrudiranih plastik, sistemi za kontrolo dotoka sevanja narejeni iz prozornih

polimernih materialov).

Temeljni literatura in viri / Readings:

Fernando, R. H., L. Piin Sung (2009) *Nanotechnology applications in coatings*. Oxford University Press.

Wicks, Z. W. (2007) *Organic Coatings, Science and Technology*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons,

Koehl, M., Carlsson, B., Jorgensen, G. J., Czanderna, A. W. (2004) *Performance and Durability assessment, Optical Materials for Solar Thermal Systems*. New York: Elsevier.

Cilji in kompetence:

- nadgraditi osnovno znanje o naprednih materialih uporabnih za doseganje toplotno-optičnih in fotoelektričnih učinkov v napravah za pridobivanje toplote in električnega toka iz sončnega sevanja,
- podati pregled njihovih fizikalno-kemijskih lastnosti v povezavi s strukturo materialov,
- nadgraditi znanje o njihovi uporabi z namenom načrtovanja večfunkcionalnih rešitev,
- podati pregled možnih rešitev za pripravo naprednih materialov, ki se uporabljajo v sprejemnikih (fototermičnih in fotonapetostnih) sončnega sevanja,
- pregled tehnologij za depozicijo tankih plasti: mokri (kemijski) postopki, vakumski postopki za navedene sisteme.

Učna enota prispeva k razvoju naslednjih splošnih in predmetnospecifičnih kompetenc:

- sposobnost koncipiranja toplotno-optičnih in električno –optičnih rešitev za sprejemnike (fototermične in fotonapetostne) sončnega sevanja na osnovi naprednih materialov,
- sposobnost razpoznavanja prednosti naprednih materialov na osnovi njihovih fizikalno-kemijskih lastnost v povezavi s tehnologijami za njihovo depozicijo.

Objectives and competences:

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje:

Študent/študentka:

- Znanje in razumevanje.
- Pridobljeno poglobljeno znanje o strukturi materialov v povezavi z njihovimi lastnostmi.
- Razumevanje procesov zaščite in propadnja materialov pri delovanju okoljskih vplivov.
- Uporaba.
- Doseženo znanje uporabljajo pri izdelavi diplomskega dela oz. v inženirski praksi.
- Dobro razumevanje uporabe različnih materialov za doseganje večfunkcionalnih lastnosti materialov ovoja stavb.
- Prenosljive spretnosti.
- Sposobnost zasnove večfunkcionalnega ovoja stavb s pomočjo naprednih materialov.
- Sposobnost kritične presoje njihove uporabnosti v povezavi z obstojnostjo materialov.
- Kritična presoja uporabnosti na osnovi podatkov o lastnosti naprednih materialov.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:

Metode poučevanja in učenja:

- Predavanja,
- seminarske in laboratorijske vaje,
- terensko delo.

Learning and teaching methods:

Delež (v %) /

Weight (in %)

Načini ocenjevanja:

Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):

K izpitu lahko pristopi, kdor ima opravljen izpit iz **Procesnih naprav** in, oz. osvojena ustrezna primerljiva znanja.

- 100 % udeležba na predavanjih in vajah ter uspešno pripravljena, izvedba, predstavitev in zagovor projektne/raziskovalne naloge oz strokovnega članka – 100 % ocene ali
- če študent ni 100 % udeležen na

Assessment:

Type (examination, oral, coursework, project):

predavanjih in vajah: – izpit – priprava, predstavitev in zagovor projektne/raziskovalne naloge Ocenjevalna lestvica ECTS.	60% ocene 40% ocene	
---	------------------------	--

Reference nosilca / Lecturer's references:

- Jerman, I., Koželj, M., Orel, B. (2010) The effect of polyhedral oligomeric silsesquioxane dispersant and low surface energy additives on spectrally selective paint coatings with self-cleaning properties. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2010, vol. 94, pp.232-245.
- Koželj, M., Šurca Vuk, A., Jerman, I., Orel, B. (2009) Corrosion protection of Sunselect, a spectrally selective solar absorber coating, by (3-mercaptopropyl)trimethoxysilane. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2009, vol. 93, no. 10, str. 1733-1742.
- Kunič, R., Koželj, M., Orel, B., Šurca Vuk, A., Vilčnik, A., Slemenik Perše, L., Merlini, D., Brunold, Stefan (2009) Adhesion and thermal stability of thickness insensitive spectrally selective (TISS) polyurethane-based paint coatings on copper substrates. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2009, vol. 93, no. 5, str. 630-640.
- Japelj, B., Šurca Vuk, A., Orel, B., Slemenik Perše, L., Jerman, I., Kovač, J. (2008) Preparation of a TiMEMO nanocomposite by the sol-gel method and its application in coloured thickness insensitive spectrally selective (TISS) coatings. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2008, vol. 92, no. 9, str. 1149-1161.
- Šurca Vuk, A., Jovanovski, V., Pollet-Villard, A., Jerman, I., Orel, B. (2008) Imidazolium-based ionic liquid derivatives for application in electrochromic devices. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2008, vol. 92, no. 2, str. 126-135.
- Jerman, I., Šurca Vuk, A., Koželj, M., Orel, B., Kovač, J. (2008) A structural and corrosion study of triethoxysilyl functionalized POSS coatings on AA 2024 alloy. *Langmuir*, 2008, vol. 24, no. 9, str. 5029-5037
- Orel, B., Spreizer, H., Šurca Vuk, A., Fir, M., Merlini, D., Vodlan, M., Köhl, M. (2007) Selective paint coatings for coloured solar absorbers : polyurethane thickness insensitive spectrally selective (TISS) paints. Part II. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2007, vol. 91, no. 2/3, str. 108-119.
- Orel, B., Spreizer, H., Slemenik Perše, L., Fir, M., Šurca Vuk, A., Merlini, D., Vodlan, M., Köhl, M. (2007) Silicone-based thickness insensitive spectrally selective (TISS) paints as selective paint coatings for coloured solar absorbers. Part I. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2007, vol. 91, no. 2/3, str. 93-107.
- Stathatos, E., Jovanovski, V., Orel, B., Jerman, I., Lianos, P. (2007) Dye-sensitized solar cells made by using a polysilsesquioxane polymeric ionic fluid as redox electrolyte. *The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces*, 2007, vol. 111 C, no. 17, str. 6528-6532.
- Vince, J., Šurca Vuk, A., Opara Krašovec, U., Orel, B., Köhl, M. Heck, M. (2003) Solar absorber coatings based on CoCuMnO_x spinels prepared via the sol-gel process : structural and optical properties. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], 2003, vol. 79, no. 3, str. 313-330.
- Opara Krašovec, U., Šurca Vuk, A., Orel, B. (2002) Comparative studies of "all sol-gel" electrochromic windows employing various counter-electrodes. *Sol. energy mater. sol. cells.* [Print ed.], May 2002, vol. 73, no. 1, str. 21-37
- Hauch, A., Georg, A., Opara Krašovec, U., Orel, B. (2002) Comparison of photoelectrochromic

devices with different layer configurations. *J. Electrochem. Soc.*, 2002, vol. 149, no. 9, str. H159-H163.

Hauch, A., Georg, A., Opara Krašovec, U., Orel, B. (2002) Photovoltaically self-charging battery. *J. Electrochem. Soc.*, 2002, vol. 149, no. 9, str. A1208-A1211.

Stathatos, E., Lianos, P., Šurca Vuk, A., Orel, B. (2004) Optimization of a quasi-solid state dye-sensitized photoelectrochemic solar cell employing a ureasil/sulfolane gel electrolyte. *Adv. funct. mater. (Print)*, 2004, vol. 14, no. 1, str. 45-48.