

**Šifra predmeta:** 11-2-15

## **TEHNIČNI MATERIALI**

**Število KT:** 5

**Nosilec predmeta:** prof. dr. Janez Grum

**Izvajalci:** prof. dr. Janez Grum in vabljeni predavatelji

**Št. ur skupaj:** 125

**Predavanj:** 10

**Seminarskih vaj:** 20

**Lab. vaj:** 10

**Drugo:** 85

### **2. Pogoji za vključitev:**

Splošni pogoji za vpis na doktorski študij.

### **3. Izobraževalni cilji in predvideni študijski rezultati:**

#### **(Predmetnospecifične komponente)**

Izobraževalni cilji: Študent pridobi osnovno znanje mehanskih in nekaterih fizikalnih lastnosti materialov po različnih izdelovalnih procesih in njihovih aplikacijah. Prav tako spozna postopke porušnega in neporušnega testiranja materialov na konstrukcijah. Podiplomski študent na doktorskem študiju pridobi sposobnost ocenjevanja lastnosti materialov iz ocenjevanja mikrostrukture v kompleksnih obratovalnih razmerah, kjer nastopajo različni plini in tekočine kot mediji, ki so v stiku z materiali naprav. Pridobi tudi sposobnost ocenjevanja in primerjave podatkov o materialih oziroma zlitinah in zna te podatke uporabiti v strokovne in znanstvene namene. Pridobljeno teoretično znanje pri predmetu in izkušnje pridobljene pri praktičnem delu v laboratoriju bodo podiplomski študenti lahko koristno uporabili pri razumevanju drugih strokovnih predmetov iz področja tehnologije obdelave materialov, kot tudi pri konstruiranju delov in konstrukcij v različnih aplikacijah. Sprotno se za izvedbo predavanj upoštevajo nova spoznanja o materialih in tehnologijah materialov za to specifično a zelo zahtevno področje.

Študijski rezultati: Podiplomski študent lahko pridobljeno znanje uspešno uporabi pri vseh strokovnih in teoretičnih predmetih za področje biotehnike, kot tudi v praksi, kjer pri svoji obravnavi upoštevajo znanje o materialih in preiskavah materialov.

### **4. Vsebina predmeta:**

**Mehanske in fizikalne lastnosti materialov:** Izbira materialov, stanja materialov s poudarkom na utrjevanju površin, notranje in zaostale napetosti v materialu in v izdelku.

**Utrujanje materialov:** Materiali in preiskave v biotehniki. Mikroplastičnost kovin in zlitin, nukleacija in rast razpok, vpliv oblike in stanje površine na utrujanje, napake in nehomogenosti v materialu, vpliv gostote dislokacij na rast razpoke, zunanji in notranji vplivi na utrujanje materialov, vpliv plinov in tekočin na degradacijo materialov.

**Lezenje materialov:** Splošno o lezenju materialov v termo energetskih napravah, vpliv temperature in tlaka na lezenje, zunanji in notranji vplivi na lezenja, materiali odporni na lezenje, zasledovanje procesa lezenja, testiranje lezenja in napovedovanje življenjske dobe. Vplivi izdelovalnih tehnologij, kemijske sestave in velikosti zrn na obnašanje materialov v različnih aplikacijah s termo mehanskimi

obremenitvami. Kvantitativni prikazi procesa lezenja, pokazatelji mehanskih lastnosti pri povišanih in visokih temperaturah. Jekla in neželezne zlitine odporne na lezenje: visoko legirana jekla, super zlitine na osnovi niklja, kobalta in titana.

**Poškodbe materialov v obratovanju:** Žilavi in krhki zlomi, strižni zlomi, vplivi na nastanek krhkega zloma, vpliv legirnih elementov, vpliv poboljšanja jedra in poboljšanja površine na prehod med žilavostjo in krhkostjo materiala.

**Korozijske poškodbe:** Osnove korozijske, kemijska in elektrokemijska korozijska, elektrodni potencial, kompatibilnost materialov v konstrukcijah, mikrostrukturna kompatibilnost, tipi korozijske, preprečevanje korozijske, zaščita pred korozijsko.

**Testiranje materialov:** Vizualni pregledi, periodični pregledi, mikroskopiranje na objektu, ocenjevanje poškodb in dokumentiranje, zasledovanje velikosti zrn in razpok, napovedovanje preostale življenjske dobe termo-mehansko obremenjenih delov, ugotavljanje površinskih napak in razpok v materialu med obratovanjem: Boreoskopija, penetrantske preiskave, magnetne in magnetno-induktivne metode, ultrazvok in radiografija, replike.

**Jekla in litina na osnovi železa odporne na korozijsko in kisline:** Odpornost na korozijsko, vrste jekel in mikrostrukturne značilnosti, nerjavna jekla, kromova in krom-nikljeva jekla, feritna in pol-feritna (feritno-martenzitna) jekla, martenzitna in avstenitna oziroma avstenitno-feritna jekla, toplotna obdelava nestabiliziranih jekel, stabilizirana jekla. Toplotna obdelava visoko temperaturno obstojnih avstenitnih jekel in litin. Nov razvoj jekel odpornih na korozijsko. Površinska zaščita v živilski industriji.

**Ognje odporna jekla:** Za grelna telesa, za ventile, turbinske lopatice, ohišja itd. Splošna razdelitev, testiranje mehanskih lastnosti, testiranje žilavosti. Kovine in zlitine z visoko temperaturo tališča (W, Mo, Nb, Cr).

**Sintrani keramični materiali:** Kemijska sestava posameznih faz; oblika, velikost in porazdelitev delcev, stopnja topnosti keramične in kovinske faze; variacija sestave iz vidika difuzije in tehnologije. Aplikacije: porozni ležaji, konstrukcijski deli v avtomobilski in letalski industriji, vojaška industrija, torni materiali, filtri za aplikacije v električnih in magnetnih napravah.

**Kompoziti:** kovinski in nekovinski kompoziti, sestava, lastnosti, uporaba.

## **5. Temeljni študijski viri (v primeru knjig in monografij so študijski vir le izbrana poglavja iz njih):**

- Ashby M. F., Jones D. R. H.: Engineering Materials 1. An Introduction to their Properties and Applications, Second Edition, Oxford, England, 1996.
- Ashby M. F., Jones D. R. H.: Engineering Materials 2. An Introduction to Microstructures, Processing and Design, Second Edition, Oxford, England, 1998.
- Allianz – Handbuch der Schadenverhütung. 3., neubearbeitete und erweiterte Auflage, Berlin München, Germany, 1984.
- Upadhyaya G. S.: Sintered Metallic and Ceramic Materials; Preparation, Properties and Applications, Chichester, England, 2000.
- Maziasz P. J., Wright I. G., Brindley W. J., Sringer J., O'Brien C.: Gas Turbine Materials Technology, Proceedings from Materials Solutions '98, Rosemont, Illinois, 1998.
- Bolton H. A., Larson J. M.: Valvetrain System Design and Materials, Proceedings of the International Symposium on Valvetrain System Design and Materials, Dearborn, Michigan, 1997.
- VDI – Berichte 243: Methodik der Schadensuntersuchung, Stuttgart, 1975.
- New Plastics Applications for the Automotive Industry, SP-1253, Society of Automotive Engineers, Warrendale, USA, 1997.

- Corrosion Prevention, SP-1265, Society of Automotive Engineers, Warrendale, USA, 1997.

#### **6. Metode poučevanja in učenja:**

Izvajanje predavanj poteka s sodobnimi metodami poučevanja in izvajanje laboratorijskih vaj, ki vključujejo tipične načine spoznavanja materialov z porušnimi in neporušnimi preiskavami materialov. Poudarek je na analitičnem ocenjevanju lastnosti stanja materialov v obratovanju v različnih pogojih delovanja strojev in naprav. Metode dela pri študiju omogočajo uspešno reševanje različnih nalog iz prakse iz vidika materialov in obnašanja materialov v različnih aplikacijah.

#### **7. Preverjanje znanja – obveznosti študenta:**

Pogoj za pristop k opravljanju izpita je opravljen seminar z prirejenimi vajami za podiplomski študij.

Izpiti so pisni in ustni, pri čemer ima teža za končno oceno izpita ocena zagovora kandidata na izpitu.

#### **8. Reference izvajalcev predmeta:**

##### **Grum Janez**

1. GRUM, Janez, ŽNIDARŠIČ, Matjaž. Microstructure and residual stress analysis after laser cladding of low-carbon steel with powdery SiC, STELLITE 6 and STELLUNDUM 481. Mater. sci. forum, 2003, letn. 426/432, str. 2521-2526. [COBISS.SI-ID 7114011]
2. GRUM, Janez. How to select induction surface hardening and finished grinding conditions in order to ensure high compressive residual stresses on machine parts surface. Mater. sci. forum, 2003, letn. 426/432, str. 2599-2604. [COBISS.SI-ID 7114523]
3. GRUM, Janez. Analysis of residual stresses in main crankshaft bearings after induction surface hardening and finish grinding. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D, Journal of automobile engineering, 2003, letn. 217, št. D3, str. 173-182. [COBISS.SI-ID 5652763]