

NAZIV PREDMETA		MATERIJALI II			
Kod	SKS009	Godina studija	1.		
Nositelj/i predmeta	Igor Gabrić, v.pred.	Bodovna vrijednost (ECTS)	6		
Suradnici	Ivan Vrljićak, pred. Petar Ljumović, pred.	Način izvođenja nastave (broj sati u semestru)	P	P	P
			30	30	30
Status predmeta	Obvezan - temeljni predmet	Postotak primjene e-učenja	20%		
OPIS PREDMETA					
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • Podučavanje studenta o osnovama toplinske obrade čelika udaljavanjem i približavanjem ravnotežnom stanju • Upoznavanje studenta s metodama nerazornih ispitivanja metala • Sistematizacija i pojašnjenje mehanizmima korozije i metoda zaštite od korozije. 				
Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije potrebne za predmet	Uvjeti za upis: nema Ulazne kompetencije: potrebna temeljna znanja iz kolegija Materijali I,				
Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (4-10 ishoda učenja)	<ol style="list-style-type: none"> 1. opisati faze u strukturi koje se pojavljuju u ovisnosti o brzini hlađenja austenitiziranog čelika te odrediti mehanička i fizička svojstva prema nastalim fazama u strukturi 2. koristiti TTT dijagrame u cilju određivanja parametara toplinske obrade 3. objasniti utjecaj legirnih elementa na sposobnost i tijek toplinske obrade čelika 4. razlikovati uređaje za zagrijavanje i sredstva za hlađenje koja se koriste u toplinskoj obradi 5. opisati postupak Metcalf-ovog niza kaljenja i procijeniti tvrdoću čelika nakon kaljenja prema sadržaju ugljika 6. odrediti prokaljivost čelika po Jominyu, Grossmanu, Gerber Wyssu i Crafts Lamontu 7. odrediti parametre grijanja prema sastavu, veličini i obliku izratka 8. odabrati odgovarajuću toplinsku obradu udaljavanja ili vraćanja u ravnotežno stanje u ovisnosti o traženim svojstvima 9. opisati metode nerazornih ispitivanja metala 10. razlikovati vrste korozije i odrediti način prevencije. 				
Sadržaj predmeta detaljno razrađen prema satnici nastave	Tjedan	Sati	Oblik nastave	Tema	
	1.	2	Predavanja	Uvodno o promjenama svojstava ovisno o toplinskom stanju metala u krutom stanju. Pojave pri brzem hlađenju austenita eutektoidnog čelika: nove faze nastale ubrzanim kontinuiranim hlađenjem austenita; ortoeutektoidi (perlit, sorbit, trustit).	
		2	Laboratorijske vježbe	Utjecaj toplinske obrade na promjenu volumena i mehaničkih svojstava čelika.	
	2.	2	Predavanja	Pojave pri brzem hlađenju austenita eutektoidnog čelika: paraeutektoidi (bajnit, martenzit). Bajnitna i martenzitna pretvorba.	
		2	Laboratorijske vježbe	Pojave pri ubrzanom hlađenju nadeutektoidnih i podeutektoidnih čelika.	
	3.	2	Laboratorijske vježbe	Burns-ov dijagram tvrdoće kaljenih čelika; Upton-ov dijagram temperatura Ms i Mf . Uvod u TTT – dijagrame.	
2		Predavanja	Određivanje utjecaja sadržaja C na tvrdoću čelika nakon kaljenja. Utjecaj sadržaja ugljika na martenzit start i martenzit finiš		

			temperaturu. Primjena Fe-Fe ₃ C dijagrama za postavljanje postupka kaljenja čelika. Pravilna temperatura austenitizacije podeutektoidnih čelika.	
	2	Laboratorijske vježbe	Utjecaj temperature kaljenja na postignutu tvrdoću – određivanje optimalne temperature kaljenja pomoću Metcalf-ovog niza kaljenja	
	4.	2	Predavanja	TTT – dijagrami: Konstrukcija TTT – dijagrama magnetskom ili dilatometrijskom metodom. Razmatranje TTT – dijagrama pojedinih čelika u sprezi s metastabilnim Fe - Fe ₃ C dijagramom. Izotermičko i kontinuirano hlađenje austenita. Izotermički TTT-dijagrami za eutektoidne čelike.
		2	Laboratorijske vježbe	Razmatranje i verifikacija kontinuiranog i izotermičkog TTT-dijagrama.
	5.	2	Predavanja	Izotermički TTT-dijagrami za neeutektoidne čelike. Perlitni i bajnitni stupanj izotermičkog hlađenja austenita. Izotermički postupci toplinske obrade: Izotermičko žarenje. Austempering. Martempering.
		2	Laboratorijske vježbe	Određivanje parametara grijanja prigodom toplinske obrade čelika u ovisnosti o materijalu, veličini i obliku izratka primjenom priručnika, praktičnih dijagrama i empirijskih formula.
	6.	2	Predavanja	Anizotermički TTT – dijagrami za kontinuirana hlađenja do sobne temperature eutektoidnih i neeutektoidnih čelika. Sprega konačnog faznog sastava s pripadajućom krivuljom hlađenja, odnosno tvrdoćom. Usporedba izotermičkog i anizotermičkog TTT dijagrama. Utjecaj sadržaja ugljika na oblik anizotermičkih TTT-dijagrama.
		2	Laboratorijske vježbe	Ispitivanje prokaljivosti čelika po Jominy-u. Određivanje Jominy krivulje za jedan nelegirani (npr. Č.1531) i jedan legirani čelik (npr. Č.4732).
	7.	2	Predavanja	Utjecaj legirnih elemenata na metastabilni i TTT dijagram. Faze koje se pojavljuju kod legiranih čelika. Utjecaj legirnih elemenata na TTT dijagrame. Uređaji za zagrijavanje. Rashladna sredstva.
		2	Laboratorijske vježbe	Primjena Jominy krivulja. Upotreba Gerber-Wyss dijagrama i Crafts – Lamont dijagrama za određivanje tvrdoće po presjeku šipke iz poznatih Jominy krivulja.
	8.	2	Predavanja	Uvod u postupke toplinske obrade. Postupci toplinskih obrada udaljavanjem od ravnotežnog stanja: Kontinuirano i izotermičko kaljenje. Izbor pravilne temperature kaljenja. Utjecaj temperature kaljenja na faze i temperature početka i završetka martenzitne pretvorbe. Prekaljenost čelika. Utjecaj legirnih elemenata na parametre kaljenja.

		2	Laboratorijske vježbe	Numerička metoda određivanja Jominy krivulje prema ASTM Standardu: A 255 – 02. Određivanje veličine zrna metodom presjeka prema ASTM E112 - 13
	9.	2	Predavanja	Praktična primjena TTT dijagrama kod toplinske obrade kaljenja. Prokaljivost i metode određivanja svojstva prokaljivosti čelika po Jominy-u, po Grossmann-u i po Shepherd-u. Prokaljivost kao svojstvo čelika i prokaljenost kao stanje čelika. Klasični postupci kaljenja: direktno i slomljeno kaljenje. Izotermički postupci kaljenja: martenzitno i bajnitno. - Postupci toplinske obrade vraćanja u ravnotežno stanje: Hollomon – Jaffe-ov parametar popuštanja
		2	Laboratorijske vježbe	Ispitivanje prokaljivosti po Grossman-u. Snimanje i primjena „U - krivulja“. Određivanje intenziteta rashladnog sredstva. Određivanje kritičnog i idealnog kritičnog promjera.
	10.	2	Predavanja	Popuštanje čistog martenzita. Dijagrami popuštanja. Promjene pri popuštanju praćene dilatometrijskom metodom. Tehnologija popuštanja zakaljenog izratka: Samopopuštanje. Klasično i izotermičko poboljšavanje. Postupci žarenja i temperaturna područja u Fe-Fe ₃ C dijagramu.
		2	Laboratorijske vježbe	Klasično i izotermičko poboljšavanje čelika Č.1531: toplinska obrada tri epruvete za vlačnu probu. Dvije epruvete klasično poboljšati i popustiti na različitim temperaturama. Jedna epruveta izotermički poboljšati u olovnoj kupki. Parametre toplinske obrade odrediti uz pomoć priručnika i odgovarajućih TTT dijagrama.
	11.	2	Predavanja	Rekristalizacija. Oporavak. Sekundarna rekristalizacija. Normalizacija.
		2	Laboratorijske vježbe	Klasično i izotermičko poboljšavanje čelika: snimanje Hooke-ovog dijagrama i mjerenje tvrdoće tri toplinski obrađene epruvete iz prethodne vježbe. Usporedba dobivenih rezultata i donošenje zaključaka.
	12.	2	Predavanja	Omekšavajuće žarenje ili sferoidizacija. Žarenje za popuštanje napetosti. Visokotemperaturno žarenje. Homogenizacijsko žarenje. Prirodno i umjetno starenje – dozrijevanje. Postupci žarenja u praksi.
		2	Laboratorijske vježbe	Metalografski pregled toplinski obrađenih čelika. Praktični primjer metalografske analize oštećenja bregaste osovine.
	13.	2	Predavanja	Nerazorna ispitivanja materijala: Vizualno ispitivanje. Akustičko ispitivanje. Tlačna proba. Ispitivanje penetrirajućim bojama. Nerazorna ispitivanja materijala: Ispitivanje

				magnetskim česticama. Ispitivanje vrtložnim strujama.		
	2	Laboratorijske vježbe	Normalizacija. Koristiti šest uzoraka iz patentirane žice čelika Č.2135 promjera 4 mm. Prvi uzorak ostaviti u ishodnom stanju, drugi normalizirati, treći zakaliti u vodi, četvrti zakaliti u vodi i normalizirati, peti visokotemperaturno žariti, šesti visokotemperaturno žariti i normalizirati. Mjeriti tvrdoće uzoraka i sposobnost previjanja. Donijeti zaključke o utjecaju toplinskih obrada na mehanička svojstva.			
	14.	2	Predavanja	Ultrazvučno ispitivanje. RTG ispitivanje i mjere zaštite pri ispitivanju. Mehanizmi razaranja metala. Korozija. Vrste korozije: kemijska, elektrokemijska.		
		2	Laboratorijske vježbe	Nerazorna ispitivanja materijala: Vizualno ispitivanje praktičnih izradaka s oštećenjima. Ispitivanje penetrirajućim bojama. Magnetsko ispitivanje (uzdužna i poprečna magnetizacija, ispitivanje elektromagnetskom potkovom). Ultrazvučno ispitivanja.		
	15.	2	Predavanja	Podjela korozije prema izgledu: jednolična i nejednolična (lokalna, rupičasta, interkristalna, transkristalna, končasta, selektivna. Podjela korozije prema utjecajnim čimbenicima: napetosna, korozija zbog zamora, galvanska. Zaštita metala od korozije: izborom prikladnog materijala, izborom toplinske obrade, prikladnim oblikovanjem konstrukcije, elektrokemijska zaštita, zaštita utjecajem na korozivno sredstvo i zaštita prevlakama.		
		2	Laboratorijske vježbe	Korozija i zaštita od korozije. Praktični primjeri korozije na uzorcima. Mjerenje debljina zaštitnih prevlaka. Utjecaj vrste i temperature elektrolita na mehanizam elektrokemijske korozije.		
Vrste izvođenja nastave:	<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> on line u cijelosti <input checked="" type="checkbox"/> mješovito e-učenje <input type="checkbox"/> terenska nastava			<input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input checked="" type="checkbox"/> multimedija <input checked="" type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> (ostalo upisati)		
Obveze studenata						
Praćenje rada studenata (upisati udio u ECTS bodovima za svaku aktivnost tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta):	Pohađanje nastave	1	Istraživanje		Praktični rad	
	Eksperimentalni rad		Referat		Samostalno učenje	1,5
	Esej		Seminarski rad		Laboratorijske vježbe	1
	Kolokviji	2	Usmeni ispit	0,5	(Ostalo upisati)	
	Pismeni ispit		Projekt		(Ostalo upisati)	
Ocjenjivanje i vrjednovanje rada	KONTINUIRANA PROCJENA					
	Pokazatelji kontinuirane provjere			Uspješnost		Udjel u ocjeni

studentata tijekom nastave i na završnom ispitu

	A _i (%)	k _i (%)
<i>Nazočnost i aktivnost na nastavi (predavanja)</i>	70 - 100	10
<i>Predavanja (kratki testovi)</i>	50-100	10
<i>Laboratorijske vježbe</i>	100	10
<i>Laboratorijske vježbe (kratki testovi)</i>	50-100	10
<i>Prvi kolokvij</i>	50-100	30
<i>Drugi kolokvij</i>	50-100	30

ZAVRŠNA PROCJENA

Pokazatelji provjere - završna ispit (prvi i drugi ispitni termin)	Uspješnost A _i (%)	Udjel u ocjeni k _i (%)
<i>Pismeni ispit</i>	50 - 100	40
<i>Usmeni ispit</i>	50 - 100	40
<i>Prethodne aktivnosti (uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)</i>	50-100	20
Pokazatelji provjere - popravni ispit (treći i četvrti ispitni termin)	Uspješnost A _i (%)	Udjel u ocjeni k _i (%)
<i>Pismeni ispit</i>	50 - 100	40
<i>Usmeni ispit</i>	50 - 100	40
<i>Prethodne aktivnosti (uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)</i>	50-100	20

Općenito se ocjena na završnom i popravnom ispitu (u postotcima) formira temeljem svih pokazatelja koji opisuju razinu studentskih aktivnosti prema relaciji:

$$Ocjena (\%) = \sum_{i=1}^n k_i A_i$$

k_i - težinski koeficijent za pojedinu aktivnost,

A_i - postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost,

n - ukupan broj aktivnosti.

Materijali I - konačna ocjena na završnom ispitu za studente koji su pozitivno riješili oba kolokvija:

$$Ocjena(\%) = k_1 \cdot A_1 + k_2 \cdot A_2 + k_3 \cdot A_3 + k_4 \cdot A_4 + k_5 \cdot A_5 + k_6 \cdot A_6$$

- *nazočnost na nastavi*: k₁ = 0,1; A₁ = 50/70 - 100 %,
- *predavanja (kratki testovi)*: k₂ = 0,1; A₂ = 50 - 100 %
- *laboratorijske vježbe*: k₃ = 0,1; A₃ = 50/70 - 100 %,
- *laboratorijske vježbe (kratki testovi)*: k₄ = 0,1; A₄ = 50 - 100 %,
- *kolokviji*: k₅=k₆ = 0,3; A₅=A₆ = 50 - 100 %.

Napomena: k₁ + k₂ + k₃ + k₄ + k₅ + k₆ = 1

	ODNOS POLUČENOG USPJEHA I PRIPADNE OCJENE		
	Postotak	Kriterij	Ocjena
	od 50% do 62,4%	<i>zadovoljava minimalne kriterije</i>	dovoljan (2)
	od 62,5% do 74,9%	<i>prosječan uspjeh s primjetnim nedostacima</i>	dobar (3)
	od 75% do 87,4%	<i>iznadprosječan uspjeh s ponekom greškom</i>	vrlo dobar (4)
od 87,5% do 100%	<i>izniman uspjeh</i>	izvrstan (5)	
Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i putem ostalih medija)	Naslov	Broj primjeraka u knjižnici	Dostupnost putem ostalih medija
	Gabrić, I.: Materijali 1 - skripta i PowerPoint prezentacije, elektronsko izdanje (MOODLE), Sveučilišni odjel za stručne studije, Split, 2012.		Moodle sustav za podršku nastavi
	Gabrić, I.: PowerPoint prezentacije, (MOODLE)		Moodle sustav za podršku nastavi
	Gabrić I.: Praktikum za laboratorijske vježbe iz kolegija Materijali 1 - elektronsko izdanje (MOODLE), Sveučilišni odjel za stručne studije, Split, 2013.		Moodle sustav za podršku nastavi
Dopunska literatura	1. Deželić,R.: Metali, FESB, Split, 1988. 2. Deželić, R.: Osnove konstrukcijskih materijala, FESB, Split, 1996. 3. Kovačićek,F.; Španiček,Đ.: MATERIJALI-osnove znanosti o materijalima, FSB-Zagreb, 2000. 4. Callister, W: Fundamentals of Materials Science and Engineering , 8th Edition, Wiley & Sons, New York, 2011. 5. Kovačićek,F.; Španiček,Đ.: Svojstva i primjena materijala, FSB-Zagreb, 2011.		
Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje utvrđenih ishoda učenja	Kratki testovi nakon predavanja Kratki testovi nakon vježbi Kolokviji Pismeni ispit Usmeni ispit		
Ostalo (prema mišljenju predlagatelja)	Nastavni materijali za studente (skripta, zbirke zadataka, riješeni primjeri,...), listovi predmeta, evidencija nastave, detaljni izvedbeni program predmeta, tekuće obavijesti i sve druge informacije dostupne su studentima na MOODLE-u.		