

NAZIV PREDMETA		MATERIJALI II				
Kod	SKS009	Godina studija	1.			
Nositelj/i predmeta	Igor Gabrić, v.pred.	Bodovna vrijednost (ECTS)	6			
Suradnici	Ivan Vrljićak, pred.	Način izvođenja nastave (broj sati u semestru)	P	S	V	T
			30		30	
Status predmeta	Obvezan - temeljni predmet	Postotak primjene e-učenja	10%			
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	<p>Uvjeti za upis: nema</p> <p>Ulazne kompetencije: potrebna temeljna znanja iz kolegija Materijali I,</p>					
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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Termin Predavanja (2 sata) Uvodno o promjenama svojstava ovisno o toplinskom stanju metala u krutom stanju. Pojave pri bržem hlađenju austenita eutektoidnog čelika: nove faze nastale ubrzanim kontinuiranim hlađenjem austenita; ortoeutektoidi (perlit, sorbit, trustit). Laboratorijske vježbe (2 sata) Utjecaj toplinske obrade na promjenu volumena i mehaničkih svojstava čelika. 2. Termin Predavanja (2 sata) Pojave pri bržem hlađenju austenita eutektoidnog čelika: paraeutektoidi (bajnit, martenzit). Bajnitna i martenzitna pretvorba. Pojave pri ubrzanom hlađenju nadeutektoidnih i podeutektoidnih čelika. Laboratorijske vježbe (2 sata) Burns-ov dijagram tvrdoće kaljenih čelika; Upton-ov dijagram temperatura Ms i Mf . Uvod u TTT – dijagrame. 3. Termin Predavanja (2 sata) Određivanje utjecaja sadržaja C na tvrdoću čelika nakon kaljenja. Utjecaj sadržaja ugljika na martenzit start i martenzit finiš temperaturu. Primjena Fe-Fe₃C dijagrama za postavljanje postupka kaljenja čelika. Pravilna temperatura austenitizacije podeutektoidnih čelika. Laboratorijske vježbe (2 sata) 					

Utjecaj temperature kaljenja na postignutu tvrdoću – određivanje optimalne temperature kaljenja pomoću Metcalf-ovog niza kaljenja

4. Termin

Predavanja (2 sata)

TTT – dijagrami: Konstrukcija TTT – dijagrama magnetskom ili dilatometrijskom metodom. Razmatranje TTT – dijagrama pojedinih čelika u sprezi s metastabilnim Fe - Fe₃C dijagramom. Izotermičko i kontinuirano hlađenje austenita. Izotermički TTT-dijagrami za eutektoidne čelike.

Laboratorijske vježbe (2 sata)

Razmatranje i verifikacija kontinuiranog i izotermičkog TTT-dijagrama.

5. Termin

Predavanja (2 sata)

Izotermički TTT-dijagrami za neeutektoidne čelike. Perlitni i bajnitni stupanj izotermičkog hlađenja austenita. Izotermički postupci toplinske obrade: Izotermičko žarenje. Austempering. Martempering.

Laboratorijske vježbe (2 sata)

Određivanje parametara grijanja prigodom toplinske obrade čelika u ovisnosti o materijalu, veličini i obliku izratka primjenom priručnika, praktičnih dijagrama i empirijskih formula.

6. Termin

Predavanja (2 sata)

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.

Laboratorijske vježbe (2 sata)

Ispitivanje prokaljivosti čelika po Jominy-u. Određivanje Jominy krivulje za jedan nelegirani (npr. Č.1531) i jedan legirani čelik (npr. Č.4732).

7. Termin

Predavanja (2 sata)

Utjecaj legiranih elemenata na metastabilni i TTT dijagram. Faze koje se pojavljuju kod legiranih čelika. Utjecaj legiranih elemenata na TTT dijagrame. Uređaji za zagrijavanje. Rashladna sredstva.

Laboratorijske vježbe (2 sata)

Primjena Jominy krivulja. Upotreba Gerber-Wyss dijagrama i Crafts – Lamont dijagrama za određivanje tvrdoće po presjeku šipke iz poznatih Jominy krivulja.

8. Termin

Predavanja (2 sata)

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 legiranih elemenata na parametre kaljenja.

Laboratorijske vježbe (2 sata)

Numerička metoda određivanja Jominy krivulje prema ASTM Standardu: A 255 – 02

Određivanje veličine zrna metodom presjeka prema ASTM E112 - 13

9. Termin

Predavanja (2 sata)

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

Laboratorijske vježbe (2 sata)

Ispitivanje prokaljivosti po Grossman-u. Snimanje i primjena „U - krivulja“.

Određivanje intenziteta rashladnog sredstva. Određivanje kritičnog i idealnog kritičnog promjera.

	<p>10. Termin Predavanja (2 sata) Popuštanje čistog martenzita. Dijagrami popuštanja. Promjene pri popuštavanju praćene dilatometrijskom metodom. Tehnologija popuštanja zakaljenog izratka: Samopopuštanje. Klasićno i izotermićko poboljšavanje. Postupci Źarenja i temperaturna podrućja u Fe-Fe₃C dijagramu. Laboratorijske vjeŹbe (2 sata) Klasićno i izotermićko poboljšavanje ćelika Ć.1531: toplinska obrada tri epruvete za vlačnu probu. Dvije epruvete klasićno poboljšati i popustiti na razlićitim temperaturama. Jedna epruveta izotermićki poboljšati u olovnoj kupki. Parametre toplinske obrade odrediti uz pomoć priručnika i odgovarajućih TTT dijagrama.</p> <p>11. Termin Predavanja (2 sata) Rekristalizacija. Oporavak. Sekundarna rekristalizacija. Normalizacija. Laboratorijske vjeŹbe (2 sata) Klasićno i izotermićko poboljšavanje ćelika: snimanje Hooke-ovog dijagrama i mjerenje tvrdoće tri toplinski obraćene epruvete iz prethodne vjeŹbe. Usporedba dobivenih rezultata i donošenje zakljućaka.</p> <p>12. Termin Predavanja (2 sata) Omekšavajuće Źarenje ili sferoidizacija. Źarenje za popuštanje napetosti. Visokotemperaturno Źarenje. Homogenizacijsko Źarenje. Prirodno i umjetno starenje – dozrijevanje. Postupci Źarenja u praksi. Laboratorijske vjeŹbe (2 sata) Metalografski pregled toplinski obraćenih ćelika. Praktićni primjer metalografske analize oštećenja bregaste osovine.</p> <p>13. Termin Predavanja (2 sata) Nerazorna ispitivanja materijala: Vizualno ispitivanje. Akustićko ispitivanje. Tlačna proba. Ispitivanje penetrirajućim bojama. Nerazorna ispitivanja materijala: Ispitivanje magnetskim ćesticama. Ispitivanje vrtloŹnim strujama. Laboratorijske vjeŹbe (2 sata) Normalizacija. Koristiti Źest uzoraka iz patentirane Źice ćelika Ć.2135 promjera 4 mm. Prvi uzorak ostaviti u ishodnom stanju, drugi normalizirati, treći zakaliti u vodi, ćetvrti zakaliti u vodi i normalizirati, peti visokotemperaturno Źariti, Źesti visokotemperaturno Źariti i normalizirati. Mjeriti tvrdoće uzoraka i sposobnost previjanja. Donijeti zakljućke o utjecaju toplinskih obrada na mehanićka svojstva.</p> <p>14. Termin Predavanja (2 sata) Nerazorna ispitivanja materijala: Ultrazvućno ispitivanje. RTG ispitivanje i mjere zaŹtite pri ispitivanju. Mehanizmi razaranja metala. Korozija. Vrste korozije: kemijska, elektrokemijska. Laboratorijske vjeŹbe (2 sata) Nerazorna ispitivanja materijala: Vizualno ispitivanje praktićnih izradaka s oštećenjima. Ispitivanje penetrirajućim bojama. Magnetsko ispitivanje. Ultrazvućno ispitivanje.</p> <p>15. Termin Predavanja (2 sata) Podjela korozije prema izgledu: jednolićna i nejednolićna (lokalna, rupićasta, interkristalna, transkristalna, konćasta, selektivna. Podjela korozije prema utjecajnim ćimbenicima: napetosna, korozija zbog zamora, galvanska. ZaŹtita metala od korozije: izborom prikladnog materijala, izborom toplinske obrade, prikladnim oblikovanjem konstrukcije, elektrokemijska zaŹtita, zaŹtita utjecajem na korozivno sredstvo i zaŹtita prevlakama. Laboratorijske vjeŹbe (2 sata) Korozija i zaŹtita od korozije. Praktićni primjeri korozije na uzorcima. Mjerenje debljina zaŹtitnih prevlaka. Utjecaj vrste i temperature elektrolita na mehanizam elektrokemijske korozije.</p>
Vrste izvoćenja nastave:	<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija

	<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"/> 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	
	Ekperimentalni 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 studenata tijekom nastave i na završnom ispitu	KONTINUIRANA PROCJENA					
	Pokazatelji kontinuirane provjere			Uspješnost	Udjel u ocjeni	
				A _i (%)	k _i (%)	
	Nazočnost i aktivnost na nastavi (predavanja)			70 – 100	10	
	Laboratorijske vježbe			100	10	
	Laboratorijske vježbe (kratki testovi)			50-100	20	
	Prvi kolokvij			50-100	30	
	Drugi kolokvij			50-100	30	
	ZAVRŠNA PROCJENA					
	Pokazatelji provjere - završni ispit (prvi i drugi ispitni termin)			Uspješnost	Udjel u ocjeni	
				A _i (%)	k _i (%)	
	Pismeni ispit			50 - 100	40	
	Usmeni ispit			50 - 100	50	
	Prethodne aktivnosti (uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)			50-100	10	
	Pokazatelji provjere - popravni ispit (treći i četvrti ispitni termin)			Uspješnost	Udjel u ocjeni	
			A _i (%)	k _i (%)		
Pismeni ispit			50 - 100	50		
Usmeni ispit			50 - 100	50		
OCJENJIVANJE						
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 2 - konačna ocjena na završnom ispitu za studente koji su pozitivno riješili sva četiri kolokvija:						
$Ocjena (\%) = 0,1A_1 + 0,1A_2 + 0,2A_3 + 0,3(A_4 + A_5)$						
• nazočnost na nastavi: k ₁ = 0,1; A ₁ = 70 - 100 %,						
• laboratorijske vježbe: k ₂ = 0,1; A ₂ = 100 %,						
• laboratorijske vježbe (kratki testovi): k ₃ = 0,2; A ₃ = 50 – 100 %,						
• kolokviji: k ₄ = k ₅ = 0,3; A _{4,5} = 50 – 100 %.						

Napomena: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 = 1$.

ODNOS POLUČENOG USPJEHA I PRIPADNE OCJENE

Postotak	Kriterij	Ocjena
od 50% do 62,4%	zadovoljava minimalne kriterije	dovoljan (2)
od 62,5% do 74,9%	prosječan uspjeh s primjetnim nedostacima	dobar (3)
od 75% do 87,4%	iznadprosječan uspjeh s ponekom greškom	vrlo dobar (4)
od 87,5% do 100%	izniman uspjeh	izvrstan (5)

Studenti koji nisu položili ispit putem kolokvija polažu završni ispit koji se sastoji od pismenog i usmenog dijela. Isto vrijedi i za popravne ispite. Izračun ocjene vrši se na već navedeni način.

KOLOKVIJI

Kolokviji se održavaju nakon što su na predavanjima i vježbama obrađene određene cjeline gradiva. Predviđena su četiri kolokvija iz sljedećih područja:

1. Pojave pri bržem hlađenju austenita kod eutektoidnih, podeutektoidnih i nadeutektoidnih čelika. Ortoeutektoidi. Paraeutektoidi. Bajnitna i martezitna pretvorba. Promjene koje nastaju u Fe-Fe₃C dijagramu povećanjem brzine hlađenja. Upton-ov i Burns-ov dijagram. Kontinuirano i izotermičko hlađenje austenita. Konstrukcija TTT-dijagrama. Izotermički i kontinuirani TTT dijagrami. Metode praćenja promjena austenita. TTT dijagrami za eutektoidne i neeutektoidne čelike. Utjecaj sadržaja ugljika na oblik TTT-dijagrama. Utjecaj legirnih elemenata na metastabilni Fe- Fe₃C i TTT dijagram. Uređaji za zagrijavanje. Sredstva za hlađenje.
2. Prokaljivost i ispitivanje prokaljivosti. Postupci toplinske obrade čelika po čitavom presjeku. Postupci toplinske obrade udaljavanja od ravnotežnog stanja. Postupci vraćanja u ravnotežno stanje. Nerazorna ispitivanja metala. Korozija i zaštita od korozije.

Kolokvij se održava u pismenom obliku, a može sadržavati dva dijela:

1. pitanja s ponuđenim odgovorima i
2. pitanja u kojima su kombinirani teorijski i praktični zadaci.

Za pozitivnu ocjenu potrebno je ostvariti najmanje 50% točnih odgovora u 1. i 2. dijelu. Student koji pozitivno riješio oba kolokvija oslobođen je pismenog ispita. Ocjena mu se upisuje u indeks, nakon pozitivno ocjenjenog usmenog dijela ispita i to nakon sljedećeg ispitnog termina. Studentima koji su pozitivno riješili jedan kolokvij odnosno gradivo se priznaje kao dio položenog pismenog ispita na prva dva ispitna roka. Preostali dio gradiva polažu na pismenom ispitu. Nakon položenog pismenog dijela student pristupa usmenom dijelu ispita. Na usmenom dijelu ispita vrši se provjera cjelokupnog gradiva. Rezultati kolokvija ne vrijede na popravnim ispitnim rokovima u rujnu.

Na kolokviju se studentima dijele tiskani testovi s pitanjima i praznim prostorima za odgovore. Identitet student dokazuje indeksom ili osobnom iskaznicom. Dozvoljeno je koristiti osobni pribor za pisanje i crtanje te džepno računalo. Uporaba drugih pomagala (mobilnih telefona, priručnika, podsjetnika...) nije dopuštena.

ISPITI

Završni ispit polaže se u dva termina zimskog ispitnog roka. Obvezan je za sve studente koji su upisali predmet Materijali 2 i nije ga potrebno prijavljivati. Studentima koji nisu pristupili završnom ispitu upisuje se u ispitnu listu i prijavnicu (ispitni list): nije pristupio. Studentima koji nisu položili upisuje se ocjena nedovoljan(1). Svi studenti koji nisu položili završni ispit moraju polagati popravni ispit.

	<p>Popravni ispit polaže se u dva termina jesenskog ispitnog roka. U zadnjem terminu (četvrti put) ispit se polaže pred tročlanim ispitnim povjerenstvom.</p> <p>Ispit (završni ili popravni) se sastoji od praktičnog (pismenog) i teorijskog (pisanog i/ili usmenog) dijela. Može se polagati maksimalno četiri (4) puta unutar jedne akademske godine.</p> <p>Praktični (pismeni) ispit je pisani ispit koji se sastoji se iz više zadataka. Svaki zadatak obuhvaća po jedno područje obuhvaćeno kolokvijima. Svaki zadatak ima odgovarajuću težinu izraženu u bodovima. Za pristupanje teorijskom (usmenom) ispitu potrebno je riješiti 50% od ponuđenih zadataka na praktičnom dijelu ispita. U sklopu nastavnih materijala studentima su na raspolaganju primjeri pismenih ispita.</p> <p>Ispit se održava u zimskim i jesenskim ispitnim rokovima/terminima u trajanju od dva školska sata (90 minuta). Pozitivno ocijenjen ispit vrijedi samo za tekući ispitni rok, a postaje valjan tek kada se položi teorijski (usmeni) dio ispita.</p> <p>Ispitu mogu pristupiti samo studenti koji imaju zadovoljenu kvotu prethodnih aktivnosti (nazočnost na nastavi, laboratorijske vježbe, kratki testovi nakon vježbi ...).</p> <p>Na ispit studenti moraju donijeti pribor za pisanje i crtanje, kalkulator i indeks, x-icu ili osobnu iskaznicu radi provjere identiteta. Dozvoljena je uporaba osobnog pribora za pisanje i crtanje, te kalkulator. Uporaba drugih pomagala nije dopuštena.</p> <p>Teorijski (usmeni) ispit je pisani ispit koji se sastoji od više pitanja iz cjelokupnog gradiva. Svako područje može sadržavati i neki praktični primjer. Za pozitivnu ocjenu potrebno je riješiti, odnosno odgovoriti na najmanje 50% od svakog ponuđenog pitanja. Dodatni uvjet je da pozitivno ocijenjeni odgovori i rješenja moraju biti ravnomjerno raspoređeni po nastavnim područjima tj. rezultat od 0% u pojedinom području znači i negativnu ocjenu cjelokupnog ispita. Nakon ispravke rezultata predmetni nastavnik može tražiti naknadna pojašnjenja i postavljati dodatna pitanja (u slučaju da je student opravdano nezadovoljan postignutim rezultatom ili se radi o graničnom rezultatu potrebnom za pozitivnu ili višu ocjenu). Sastavni dio ovog ispita je teorijski dio iznesen u skripta, prezentacijama predavanja i praktikumu za laboratorijske vježbe, kao i same vježbe. Plan predavanja služi studentima kao vodič za pripremu usmenog ispita. Nakon usvajanja cjelokupnog gradiva predviđenog planom student može provjeriti nivo znanja odgovarajući na pitanja iz do sada održanih ispita.</p> <p>Na ispit studenti moraju donijeti pribor za pisanje i crtanje, kalkulator i indeks, x-icu ili osobnu iskaznicu radi provjere identiteta. Nije dozvoljeno korištenje nikakvih skripata i/ili knjiga. Dozvoljena je isključivo uporaba osobnog pribora za pisanje i crtanje, te kalkulatora.</p> <p>Studenti moraju ispitu pristupiti u točno određenim, unaprijed objavljenim terminima. Studentima koji nisu pristupili ispitu upisuje se u prijavnu listu „nije pristupio“ što znači da je izgubio jednu mogućnost izlaska na ispit. Teorijski se ispit održava najkasnije 7 dana prije sljedećeg ispitnog termina. Za dodatna objašnjenja pojedinih dijelova ispitnog gradiva studenti se mogu obratiti predmetnim nastavnicima u terminima konzultacija ili po dogovoru i to u tijeku cijele akademske godine.</p>		
Obvezna literatura (dostupna u	Naslov	Broj primjeraka u knjižnici	Dostupnost putem ostalih medija

knjižnici i putem ostalih medija)	Gabrić, I.: Materijali 2 ; WEB izdanje, Sveučilišni odjel za stručne studije, Split, 2015.		Moodle sustav za podršku nastavi
	Gabrić, I.: PowerPoint prezentacije, WEB izdanje ;		Moodle sustav za podršku nastavi
	Gabrić I.: Praktikum za laboratorijske vježbe iz kolegija Materijali 2;, WEB izdanje, Sveučilišni odjel za stručne studije, Split, 2018.		Moodle sustav za podršku nastavi
Dopunska literatura	1. Stupnišek, M; Cajner, F.: Osnove toplinske obradbe metala, Zagreb, 1998. Kovačićek,F.; Španiček,Đ.: MATERIJALI-osnove znanosti o materijalima, FSB-Zagreb, 2000. 2. Filetin,T.; Kovačićek,F.; Indof,J.: Svojstva i primjena materijala, FSB-Zagreb, 2002. 3. Ashby, M.; Jones D.: Engineering Materials 2, 3rd Edition, Elsevier, Cambridge University, UK 2006 4. Callister, W: Fundamentals of Materials Science and Engineering , 8th Edition, Wiley & Sons, New York, 2011.		
Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje utvrđenih ishoda učenja	Kratki testovi nakon laboratorijskih 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.		