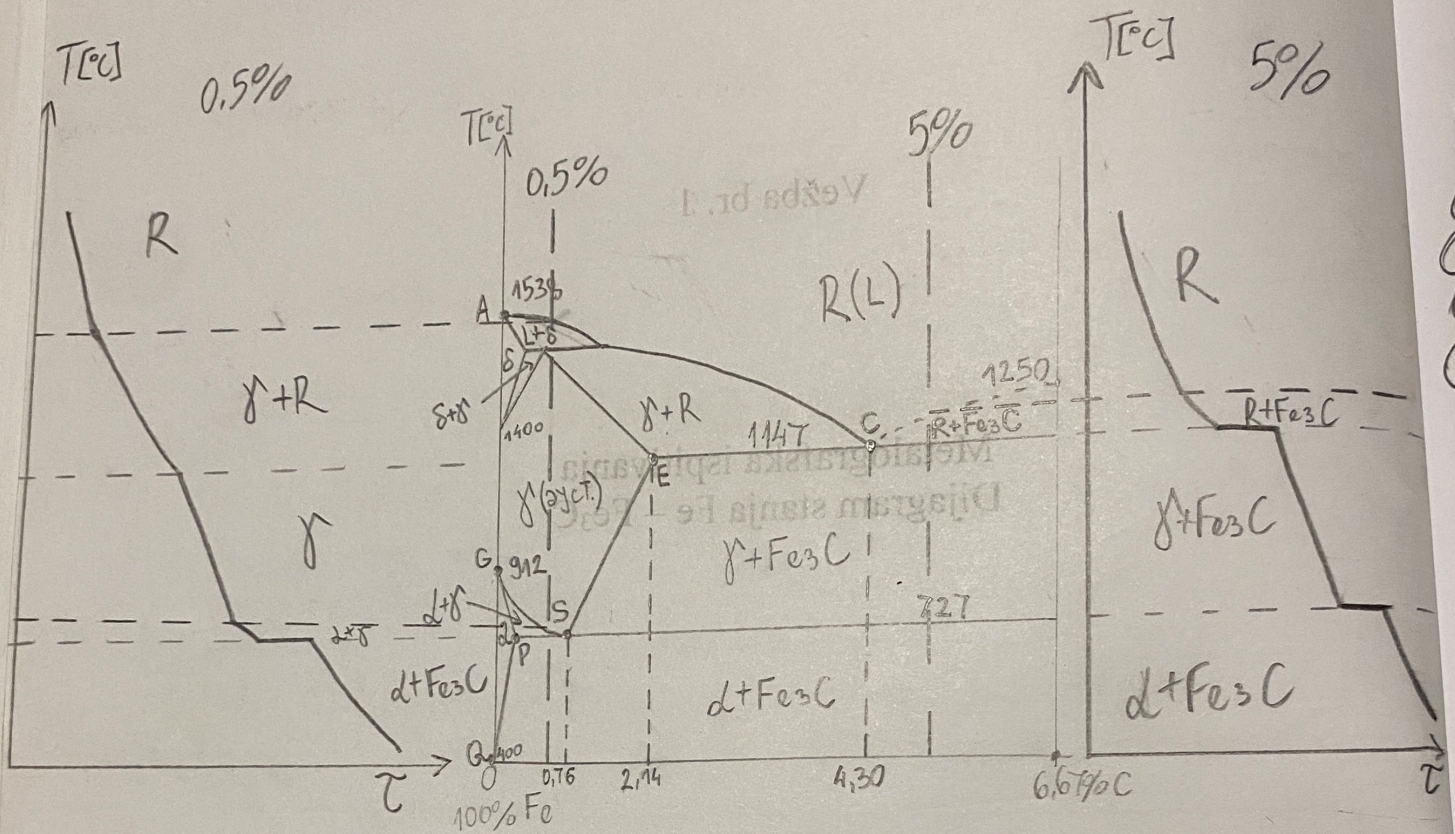


1. Nacrtati i obeležiti metastabilni dijagram stanja Fe - Fe₃C. Pored dijagrama stanja skicirati krive hlađenja za legure koje sadrže 0,5 %C i 5 %C.



2. Kako se menja kristalna rešetka železa sa porastom temperature? Menja se po pravilnoj polimorfiji, gde δ i γ imaju ZCKR, a α ima PCKR.

3. Definisati sledeće pojmove:

- a) Ferit (α) je interc. čvr. rastvor ugljenika u α-Fe i ima ZCK.
- b) Austenit (γ) je γ-Fe i ima PCK.
- c) Cementit (Fe₃C) je hemijsko jedinjenje kog nastaje između Fe i 6,67% C.
- d) Perlit je eutektonička smeša perlita δ i Fe₃C.
- e) Ledeburit je eutektonička smeša γ i Fe₃C.

4. Napisati sledeće reakcije:

- a) eutektička reakcija: $L(4,3\%C) \xrightarrow{1147^\circ C} (\delta(2,14\%C) + Fe_3C(6,7\%C))$
- b) eutektoidna reakcija: $\gamma(0,76\%C) \xrightarrow{727^\circ C} (\alpha(0,022\%C) + Fe_3C(6,7\%C))$

- 5. Čelici su legure Fe i C koje sadrže do 2,14% C.
- 6. Gvožđa su legure Fe i C koje sadrže od 2,14% do 6,7% C.



7. Metalografska ispitivanja predstavljaju ispitivanja strukture metala i legura razlicitim fizickim metodaма.

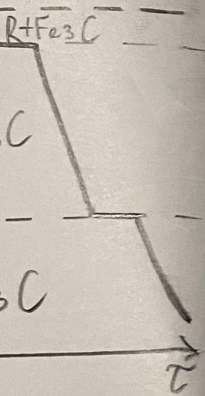
8. Sta je cilj metalografskih ispitivanja? Cilj je utvrdjivanje zavisnosti između stanja, struktura i osobina metala i legura (makroskopska, mikroskopska).

9. Navesti faze pripreme metalografskih uzoraka.

1. Uzimanje metalografskih uzoraka (iscenje parчета nekog nosача (vitebnog delca))
2. Brusenje uzoraka (skidanje neravnina usled eksploatacije)
3. Poliranje
4. Nazivanje površino (da na površinu "ispлива" struktura materijala)
5. Očitavanje rezultata.

a skicirati krive

5%



o pravilnu kv.

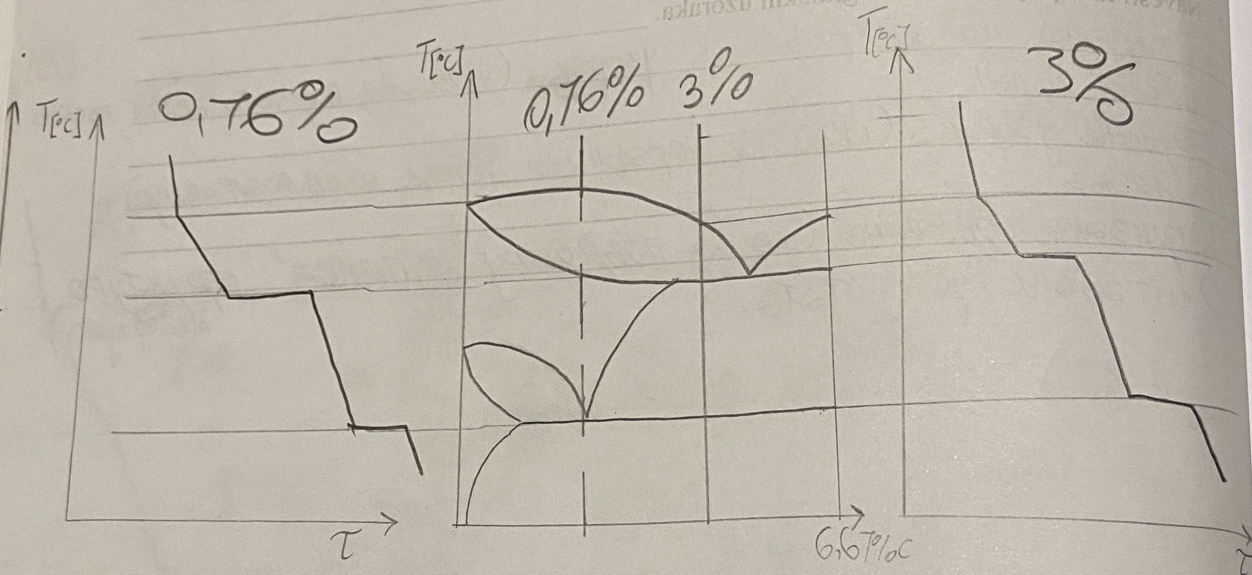
57% C.

Privatni časovi
LaganiniMašinar
065 22 54 100



Laboratorijska vežba: Metalografska ispitivanja
 1. Koristeći metastabilni dijagram stanja Fe - Fe₃C nacrtati krive hlađenja za leguru sa:

a) 0,16 %C; b) 3,1 %C.



2. Izračunati procentualni udeo faza u legurama sa:

a) 0,8 %C, na T = 900 °C;

b) 1 %C, na T = 730 °C

$$\delta = \frac{0,8 - 0,025}{2,11 - 0,025} \cdot 100\%$$

$$Fe_3C = \frac{1 - 0,8}{6,67 - 0,8} \cdot 100\%$$

$$\alpha = \frac{2,11 - 0,8}{2,11 - 0,025} \cdot 100\%$$

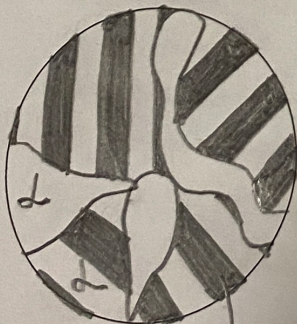
$$\delta = \frac{6,67 - 1}{6,67 - 0,8} \cdot 100\%$$

3. Skicirati sledeće mikrostrukture:

Перейтктонанн

Ейтктонанн

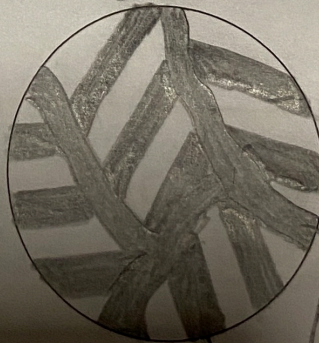
Нзрейтктонанн



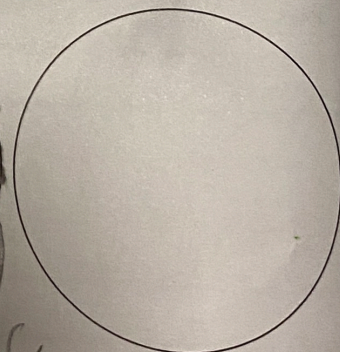
Fe₃C



Fe₃C



Fe₃C



Privatni časovi
 LaganiniMašinar
 065 22 54 100



1. Objasniti oznaku čelika Č0345
Угљенични, лег. хем. састав, са $R_m = 300 \frac{N}{mm^2}$

2. Objasniti oznaku čelika Ч4545
Легирани, најчистији елемент $Cr 0,5\%$ за $R_m = 450 \frac{N}{mm^2}$

3. Objasniti oznaku čelika P265GH
За понављање под прит. $R_m = 265 MPa$ за рад на високим темп.

4. Objasniti oznaku čelika X5NiCr18-10
 $0,05\% C$, $N = 18\%$, $Cr = 10\%$

5. Objasniti oznaku čelika Č1330
Угљенични, лег. хем. састав $0,3\% C$ за побољшану

6. Napisati oznaku za konstrukcioni čelik čija najmanja vrednost napona tečenja iznosi 360 N/mm², a utrošena energija udara prilikom preloma epruvete za ispitivanje žilavosti iznosi 40 J, pri ispitivanju na temperaturi od -40 °C.
Oznaka: S360KH

7. Napisati oznaku za čelik za cevi i cevovode čija najmanja vrednost napona tečenja iznosi 350 N/mm², a predviđen je za termomek. obr.
Oznaka: L350M

8. Napisati oznaku za nelegirani čelik za srednjim sadržajem Mn < 1% čiji srednji sadržaj ugljenika iznosi 0,15 %, a predviđen je za ključ za izbjavljanje
Oznaka: C15D

9. Napisati oznaku za legirani čelik za srednjim sadržajem svakog legirajućeg elementa < 5% čiji srednji sadržaj ugljenika iznosi 0,1 %, sadržaj Cr iznosi 2,25 %, a sadržaj Mo iznosi 1 %.
Oznaka: 10CrMo9-10

10. Napisati oznaku za legirani čelik kod koga je sadržaj bar jednog legirajućeg elementa ≥ 5%, čiji srednji sadržaj ugljenika iznosi 0,2 %, sadržaj Ni iznosi 18 %, a sadržaj Cr iznosi 18 %.
Oznaka: X20CrNi18-2



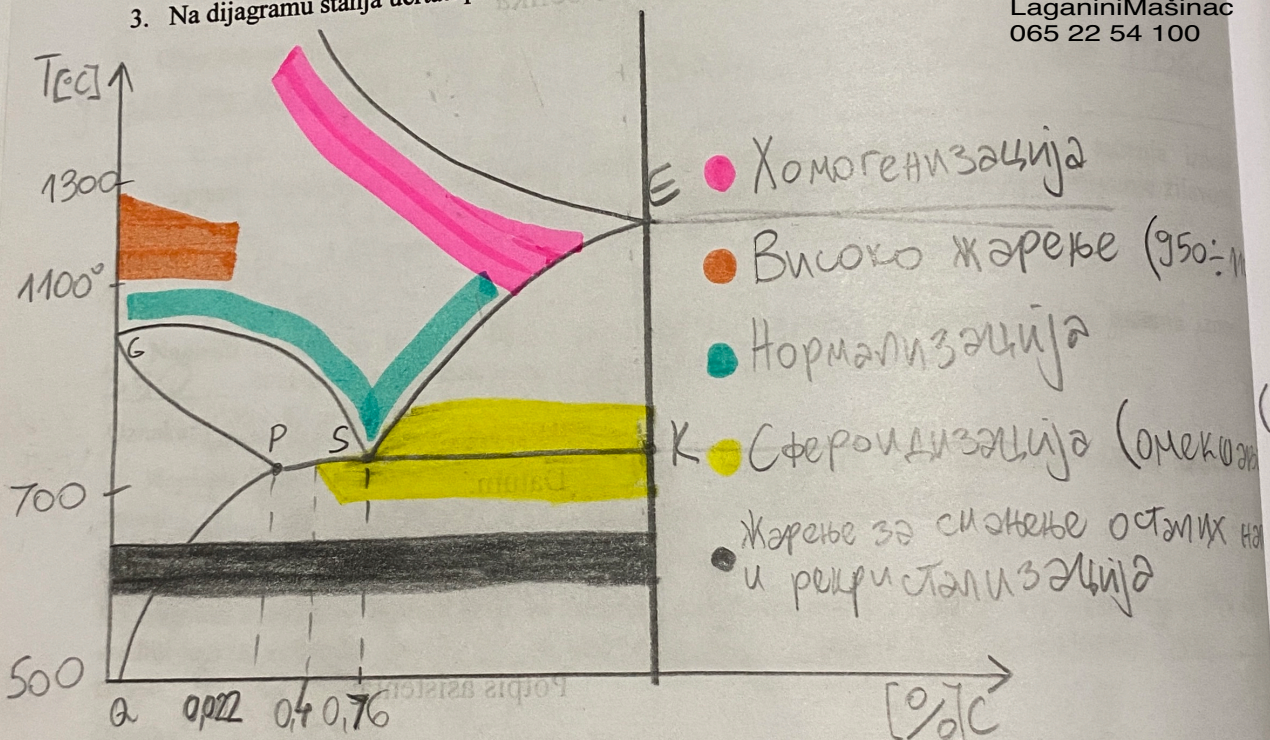
1. Pri neravnotežnoj transformaciji austenita može se dobiti: Перлит, Сорбит, Трајцит
2. Pri hlađenju austenita različitim brzinama dobijaju su sledeće strukture: beinit, sorbit, trusit, martenzit i perlit. Dopuniti tabelu odgovarajućim strukturama:

V_{hl} [°C/sec]	Tvrdoća [HB]	Struktura
70-100	400	Трајцит
150-180	650	Мартензит
50-70	300	Сорбит
do 50	150	Перлит
100-150	500	Бенит

Fe3C 800 HB
 α 60 HB
 γ 170 ÷ 200 HB

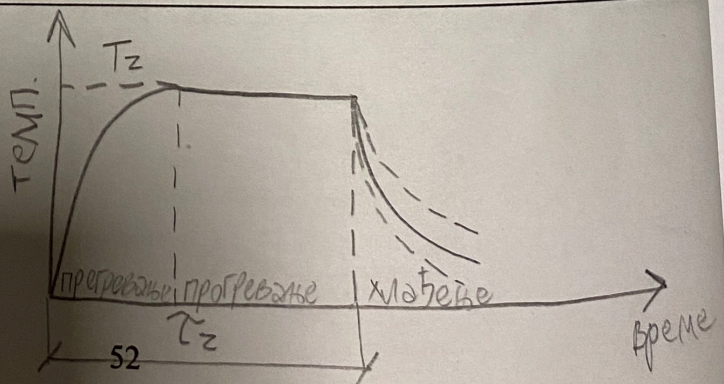
3. Na dijagramu stanja ucrtati područja svih termičkih obrada čelika.

Privatni časovi
 LaganiniMašinac
 065 22 54 100



4. Navesti parametre termičkih obrada i skicirati dijagram režima termičke obrade.

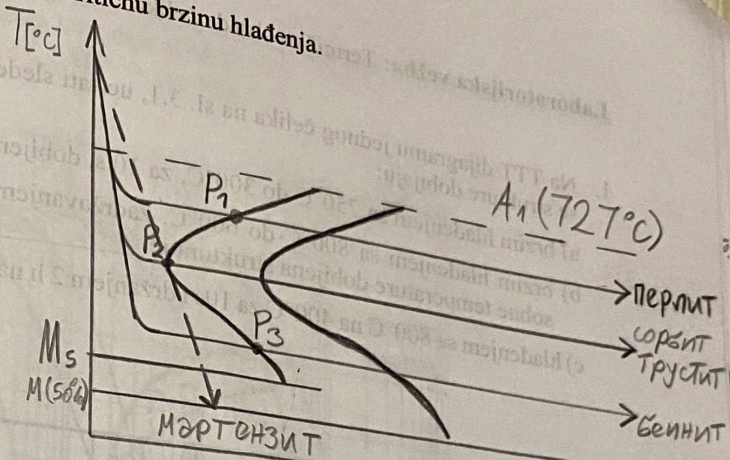
- Температура загревања (T_z)
- Време загревања (τ_z)
- Време хлађења (τ_h) или брзина хлађења (V_{hl})



- Skicirati TTT
6. Kritična b
- ПОТРЕБ
7. Martenzit
8. Cilj difuz
- a struktu
9. Navesti
- ИЗНАД
3. Хлађење
10. U čemu
- ПОДЕУТО
- (спорим хлађење)
4. перлит
11. Cilj sf
- перлит
12. Cilj ka
- ОТПОР
13. Zašto
- хлађење
- пуцање
14. Nave
15. Šta j
- каљење



5. Skicirati TTT dijagram i na njemu ucrtati kritičnu brzinu hlađenja.



6. Kritična brzina hlađenja je (V_{kr}) je minimalna brzina хлађења потребна за добијање мартензита.

7. Martenzit je prezasiћени чврсти раствор угљеника (C) у α жељезу.

8. Cilj difuzionog žarenja je побољшање микроструктуре, смањење микросегре а структура која се добија је крупнозрна ΔP .

9. Navesti faze režima normalizacionog žarenja i strukturu koja se dobija. 1. Загревање $30 \div 50^\circ C$ изнад A_3 или изнад A_1 . 2. Држање на тој темп. 3. Хлађење на ваздуху ; ситнозрна структура

10. U čemu je razlika između potpunog i normalizacionog žarenja? Потпуно се изводи само код поддуктоидних челика \rightarrow почетна структура $\Delta P \rightarrow$ ситнозрни Δ (спорим хлађењем), наддуктоидни се не жаре овако јер би при спором хлађењу

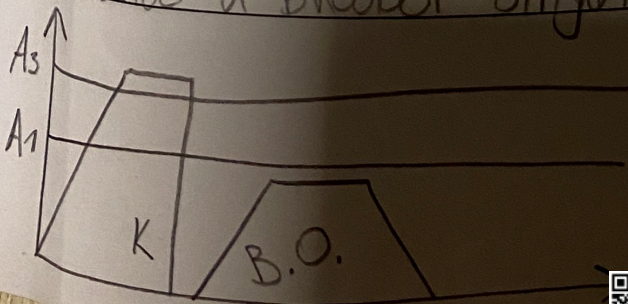
11. Cilj sferoidizacionog žarenja je превођење ламеларног у сфероидни перлит чиме се побољш. обрадивост резанем. Довио до издвајања крте фазе Fe:C

12. Cilj kaljenja čelika je добијање мартензитне структуре, високе ТВ и отпорности на хабање. ТВ и отпорност зрна

13. Zašto se nadeutektoidni čelici pri kaljenju zagrevaju iznad A_1 temperature? Када би се хладили изнад A_3 било би више C што би изазвало пуцање структуре при хлађењу.

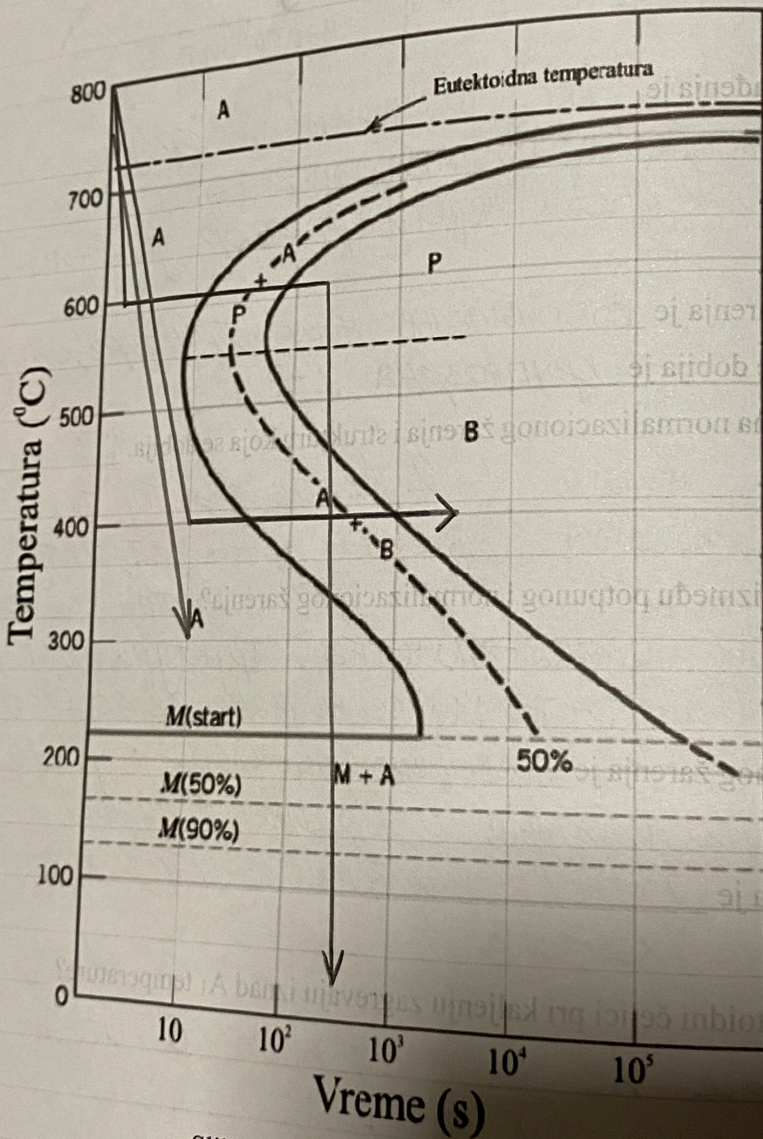
14. Navesti vrste otpuštanja. Високо, средње, ниско.

15. Šta je poboljšanje i skicirati režim ove termičke obrade. Комбиновани поступак квљења и високог отпуштања.



Laboratorijska vežba: Termičke obrade čelika

1. Na TTT dijagramu jednog čelika na sl. 3.1, ucrtati sledeće temperaturske promene i upisati koje se strukture dobijaju:
- a) brzim hlađenjem sa 750°C do 300°C, za 10 s, dobijena struktura je 100% Martensit;
 - b) brzim hlađenjem sa 800°C do 600°C, zadržavanjem 2 min na 600°C i brzim hlađenjem do sobne temperature dobijena struktura je 100% Martensit;
 - c) hlađenjem sa 800°C na 400°C za 10s i držanjem 2 h na 400°C, dobijena struktura je 100% Martensit;



Slika 3.1. Dijagram TTT za čelik

2. Pomoću CCT dijagrama na sobnoj temperaturi a) 326 HV

Temperatura (°C)

Privatni časovi
LaganiniMašina
065 22 54 100

Koristeći tri vrste rashlad

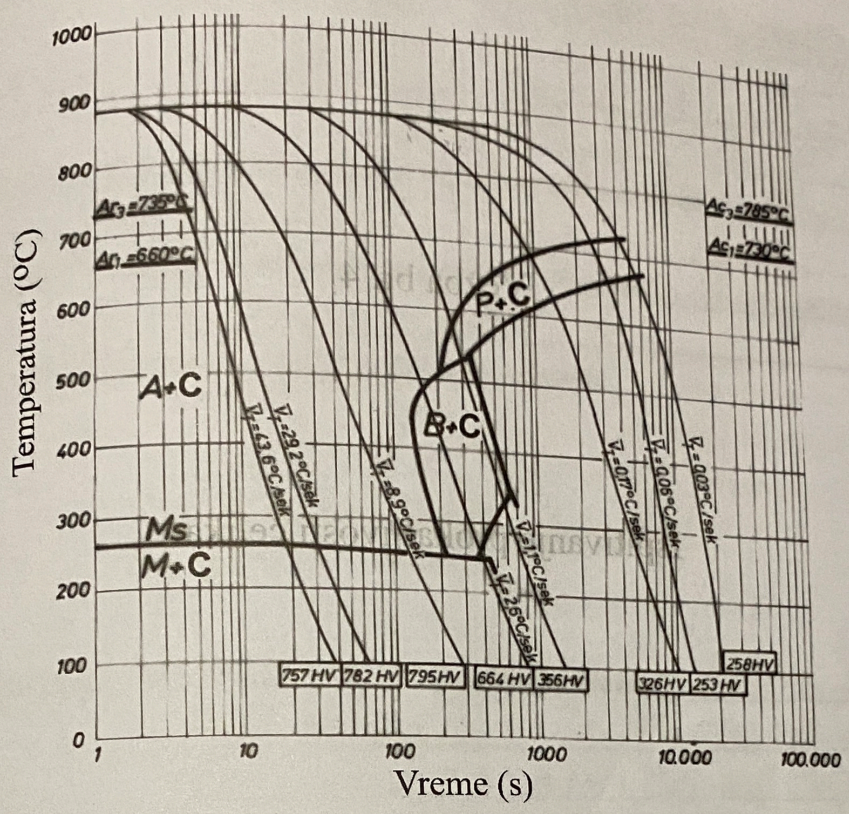
Temperatura

Materijal (oznaka)
Č 1730
Č 4630
Č 1221

Šta se može za
značenje



Pomoću CCT dijagrama za jerni čelik, prikazanog na slici 3.2, papirni milje...
 na sobnoj temperaturi za brzinu hlađenja koja daje očitu...
 HV → 1100 HNT



Privatni časovi
 LaganiniMašinac
 065 22 54 100

Slika 3.2. Dijagram CCT za čelik

3. Koristeći tri grupe uzoraka različitog hemijskog sastava neophodno je utvrditi i uporediti uticaj vrste rashladnog sredstva na promenu tvrdoće pre i posle kaljenja u tri rashladna sredstva.

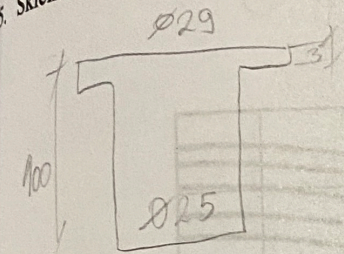
Temperatura kaljenja, $T = 920$ °C; vreme progrevanja, $t = 40$ min.

Materijal (oznaka)	Tvrdoća, HRC			
	Pre kaljenja	posle hlađenja		
		Voda	Ulje	Vazduh
γ 1730	18	52	45	26
δ 4630	20	45	37	24
ϵ 1221	19	22	21	20

Šta se može zaključiti na osnovu podataka iz tabele? Uto je veći %C u čeliku
znatnije, tvrdoća će biti veća.

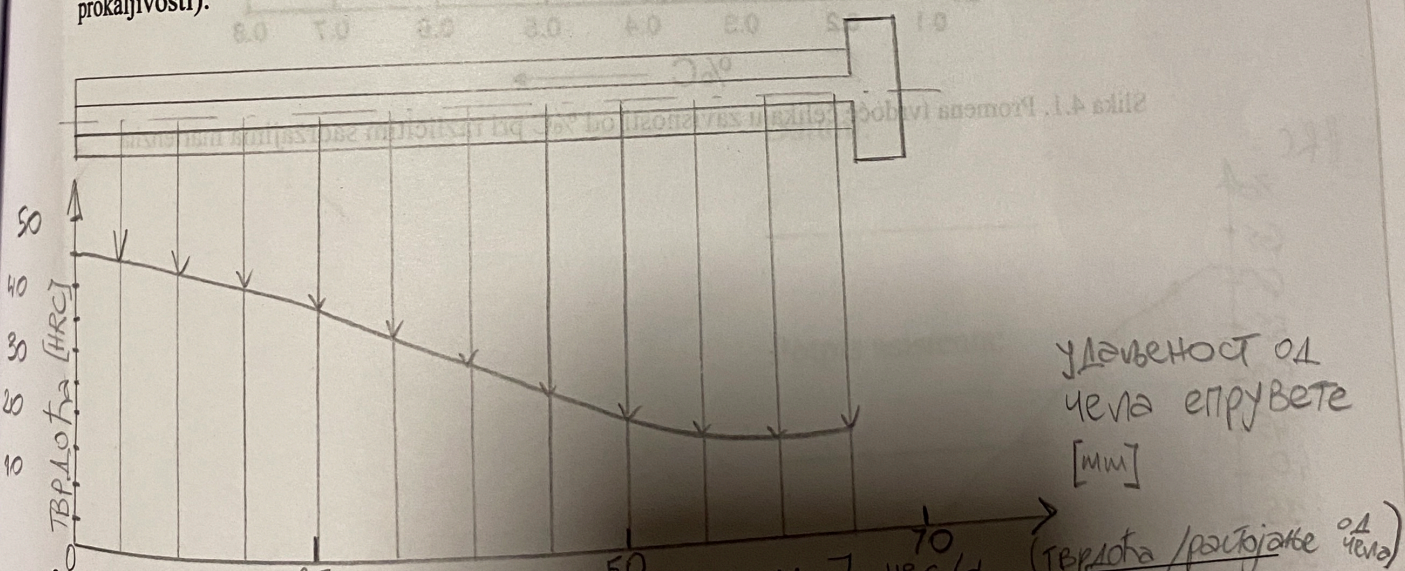


1. Kaljivost čelika je: Процес којим се челик загрева темп. нешто изнад критич. темп. и хлади брзином већом од критичне у циљу добиј. Мар. ср.
2. Prokaljivost čelika je: Способност челика да се повећањем добијени свој. особ. или мартензитно-трук. простуре до одр. дубине.
3. Navesti eksperimentalne metode za određivanje parametara prokaljivosti. Површинско (Џомини), Зопремнско (Гросман).
4. U čemu je suštinska razlika između metoda Grosman i Džomini? Џоминијем се епр. хлади често а Гросманом свестратно.
5. Skicirati i označiti dimenzije standardne Džomini epruvete.



Privatni časovi
LaganiniMašinar
065 22 54 100

6. Princip ispitivanja prokaljivosti metodom Džomini zasniva se na: Еп. се равном. загрева до темп. у аустен. подручју, на тој темп. држи одређ. време и затим се често хлади млазом воде одређ. брз. истичањ.
7. Skicirati dijagram promene tvrdoće u zavisnosti od rastojanja od čela epruvete (Džomini kriva prokaljivosti).



8. Navesti tri primera oznake indeksa prokaljivosti i objasniti. J HRC/d (ТВРДОЋА / РАСТОЈАЊЕ ОД ЧЕЛА)
- 65/7 → 65 HRC на 7mm од чела еп.
- 62/10-15 → 62 HRC опсег 10-15mm од чела еп.
- 54-58/20 → опсег тврдоће 54-58 HRC на 20mm -11-



Laboratorijska vežba: Ispitivanje prokaljivosti

Džomini epruveta od čelika, sa sadržajem ugljenika od 0,4 %C, zagrevana u peći do 850 min, do temperature 885°C, a zatim čeono hlađena. Naspramne strane epruvete su izbrušene, nakon čega je izmerena tvrdoća metodom Rokvel C.

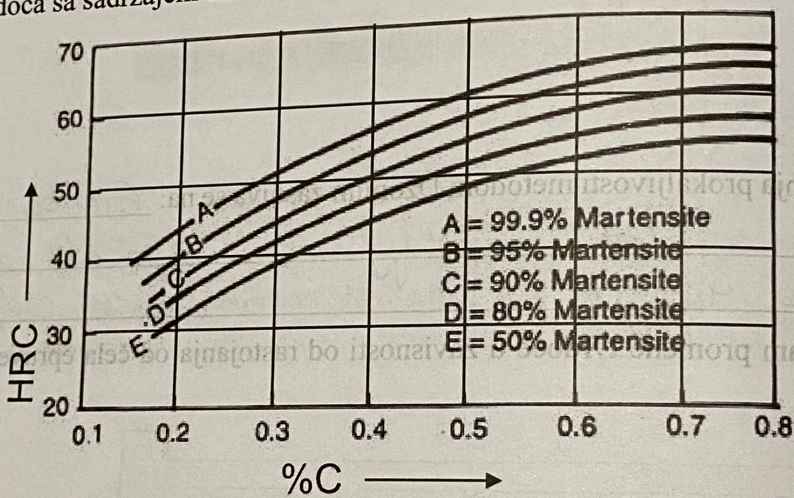
Dobijene vrednosti tvrdoće date su u sledećoj tabeli:

Rastojanje od čela, d (mm)	0	2	4	6	16	24	32	40	48	58
HRC	62	57	51	47	47	40	38	36	35	33

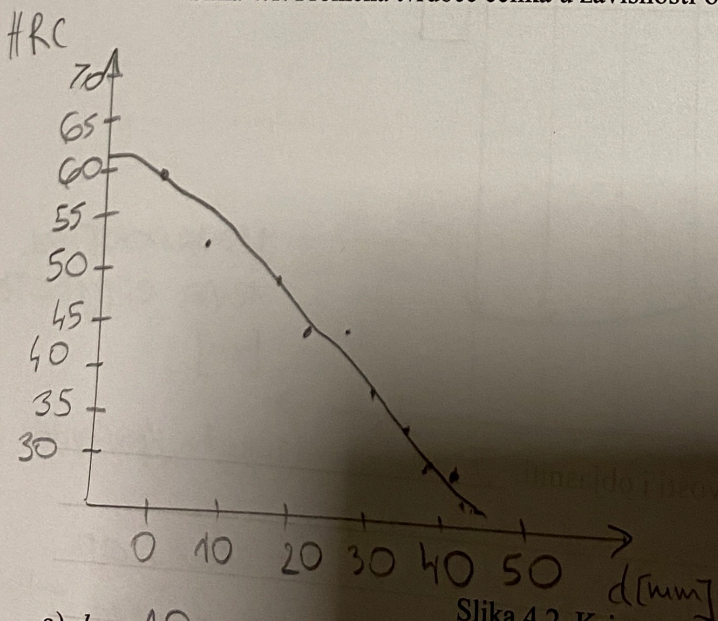
Na osnovu podataka iz gornje table i priloženog dijagrama na sl. 4.1, nacrtati krivu prokaljivosti (sl. 4.2); odrediti rastojanje od čela epruvete i napisati odgovarajući indeks prokaljivosti, ako je:

- a) postignuta tvrdoća polumartenzitne strukture, 50% M HRC
- b) postignuta tvrdoća sa sadržajem martenzita od 95 %.

- 1. d = 10 mm
- 2. d = 15 mm
- 3. d = 25 mm
- 4. d = 30 mm



Slika 4.1. Promena tvrdoće čelika u zavisnosti od %C pri različitim sadržajima martenzita



Slika 4.2. Kriva prokaljivosti čelika

a) d = 10 mm

indeks prokaljivosti J 49/10

b) d = 30 mm

indeks prokaljivosti J 35-40/30

Privatni časovi
Laganini Mašinar
065 22 54 100



1. Navesti osnovne metode ispitivanja bez razaranja. Визуелно, магнетним флуksom, течним пенетрантима, ултразвучно, радиографско

2. Koje se od prethodno navedenih metoda koriste za otkrivanje površinskih grešaka? Виз., ТП, МФ

3. Iz čega se sastoji ispitivanje vizuelnim pregledom i kada se primenjuje? Из контролних ознака и дименз. када је голим оком или уз помоћ лупе, ендоскопа...

4. Navesti osnovne faze ispitivanja penetrantima. Чишћење П., наношење ТП, време пенет., међу чишћењем, сушење П., нанош. развijaча, очитавање резултата.

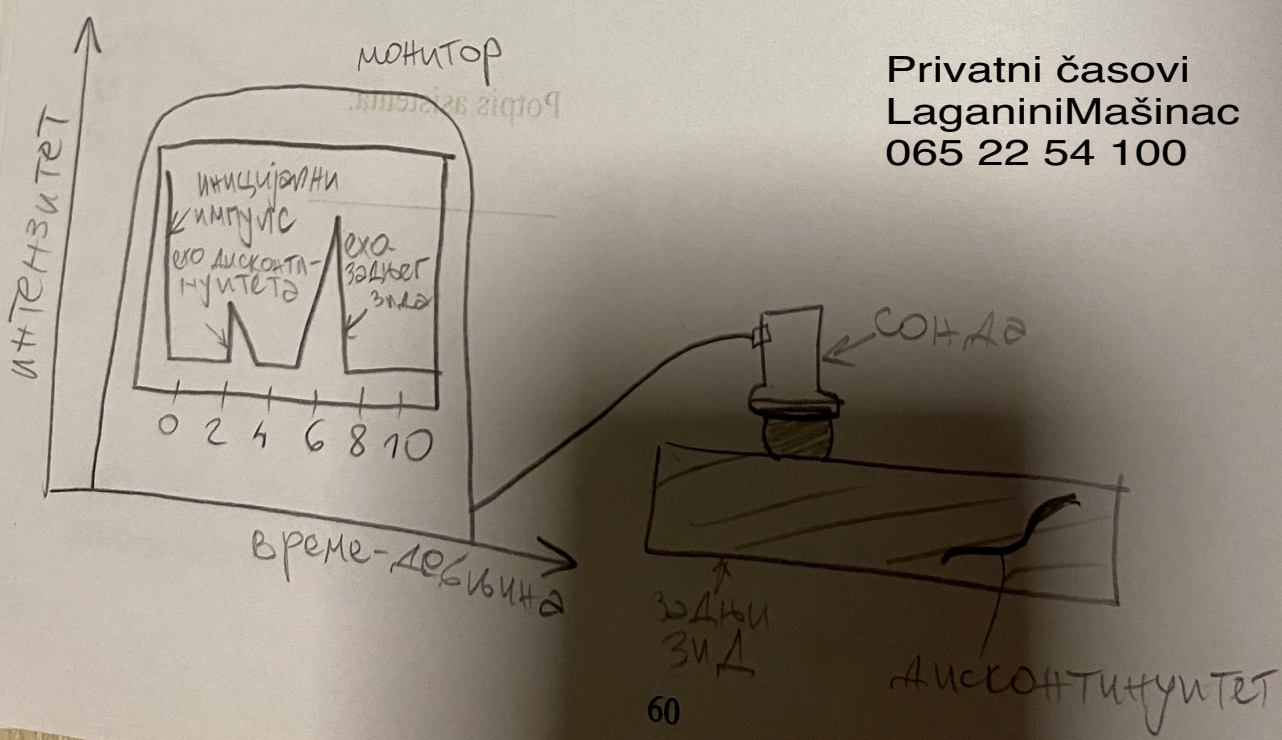
5. Kako se identifikuju greške pri ispitivanju ferofluksnom metodom sa magnetnim česticama? Тако што долази до згушњавања маг. честица на месту дисконтинuitета.

6. Koje se greške najčešće otkrivaju metodom radiografskog ispitivanja? Грешке унутар материјала.

7. Koje se vrste zračenja koriste kod metode radiografskog ispitivanja? Х, γ зраци.

8. Kako se identifikuju greške kod impulsne-echo metode ultrazvučnog ispitivanja? Dati skicu. МТ

Импулс који полази од сонде пролази кроз мат., дође до задњег зида мат., одбије се од њега и врати у сонду.



Privatni časovi
LaganiniMašinarac
065 22 54 100

