

Vežbe 3 Termička Obrada

Kaljenje, Poboljšavanje, Dijagrami hlađenja

Materijali u Inženjerstvu

Profesor: Pal Terek
Asistenti:
Marko Zagoričnik (MI 13b)
Zoran Bobić

Kaljenje

- Kaljenje je postupak naglog hlađenja čelika(brzinom većom od kritične), pri čemu nastaje struktura visoke tvrdoće(martenzit).
- Martenzitna struktura je prezasićen čvrsti rastvor ugljenika u železu, i odlikuje se velikom tvrdoćom.
- Sadržaj ugljenika je bitan za postupak kaljenja.
- Prilikom kaljenja dolazi do porasta dimenzija komada.
- Zbog prirode postupka u komadu nastaju značajni unutrašnji naponi.
- Visoka tvrdoća kaljenog čelika je poželjna kod delova koji su izloženi intenzivnom habanju, velikim pritisnim opterećenjima.

Kaljivost

- ▶ Kaljivost je maksimalna tvrdoća koju čelik može da postigne pri 100% martenzitne transformacije.
- ▶ Zavisi isključivo od procenta ugljenika u čeliku
- ▶ Određuje se kaljenjem tankog uzorka čelika na najbrži mogući način, i merenjem tvrdoće nakon kaljenja.
- ▶ Kaljivost je bitna osobina čelika koja se razmatra prilikom izbora materijala za proizvodnju mašinskih delova.

Prokaljivost

- ▶ Budući da se komadi prilikom kaljenja hlade preko površine, logično je da procenat martenzitne strukture(i tvrdoća) opada sa dubinom u komadu.
- ▶ Dubina na kojoj se nalazi 50% martenzitne strukture se zove prokaljivost čelika(meri se u mm).
- ▶ Hemijski sastav čelika ima veliki uticaj na prokaljivost.
- ▶ Ostali uticajni faktori su veličina komada i način hlađenja.
- ▶ Prokaljivost je takođe bitna osobina pri izboru čelika, jer određuje debljinu tvrdog sloja na površini komada, koja se opire habanju.
- ▶ Postupak određivanja prokaljivosti je složen.

Kad izabrati kaljenje?

- ▶ Kaljeni delovi se odlikuju vrhunskom tvrdoćom, a samim time i čvrstoćom.
- ▶ Tvrdoća(HV,HB,HRC) je osobina materijala koja je mera otpora ka prodiranju stranog tela u površinu.
- ▶ Tvrdoća i čvrstoća su međusobno povezane.
- ▶ Kaljenje se primenjuje kod delova koji su izloženi intenzivnom habanju/velikim opterećenjima.
- ▶ Kaljeni delovi su kruti(nisu žilavi), i skloni su pucanju pri naglim udarnim opterećenjima. Ne koriste se u dinamički opterećenim uslovima.
- ▶ Kaljeni delovi postepeno gube tvrdoću na povišenim temperaturama, ne koriste se preko 250° C.

Poboljšavanje

- ▶ Često je osim tvrdoće bitno da je čelik i žilav.
- ▶ Žilavost je mera otpora ka naglom širenju pukotine.
- ▶ Neki delovi su izloženi promenljivom(dinamičnom) opterećenju(zupčanici, vratila, ležajevi), i zahtevaju povećanu žilavost.
- ▶ Poboljšavanjem se neki deo tvrdoće kaljenog čelika žrtvuje postupkom otpuštanja da bi se znatno povećala žilavost.
- ▶ Otpuštanjem(zagrevanjem) čelika nakon kaljenja se martenzit i zaostali austenit pretvaraju u prelazne strukture
- ▶ Zaostali naponi se smanjuju.
- ▶ Dobija se optimalna kombinacija tvrdoće i žilavosti

Kad izabrati Poboljšavanje?

- ▶ Poboljšane delove karakteriše izvanredna žilavost.
- ▶ U zavisnosti od temperature otpuštanja:
 - ▶ Niskotemperaturno(100-250° C)(visoka tvrdoća mala žilavost)
 - ▶ Srednjetemperaturno(200-400° C)(srednja tvrdoća i žilavost)
 - ▶ Visokotemperaturno(400° C-A1)(mala tvrdoća visoka žilavost)
- ▶ Mogu se dobiti kombinacije osobina koje odgovaraju zahtevima.
- ▶ Poboljšani delovi se mogu koristiti na temperaturama do visine temperature otpuštanja bez pada mehaničkih osobina.

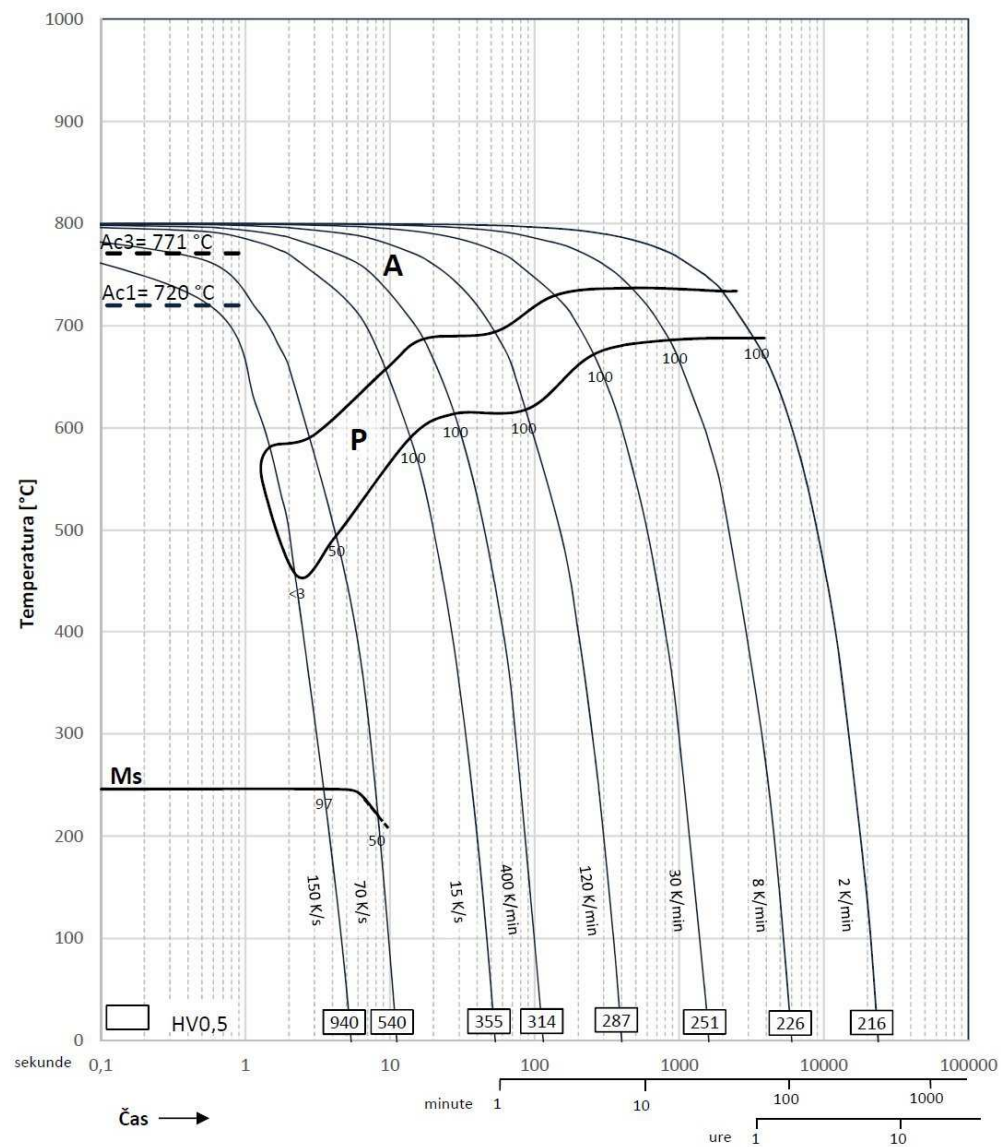


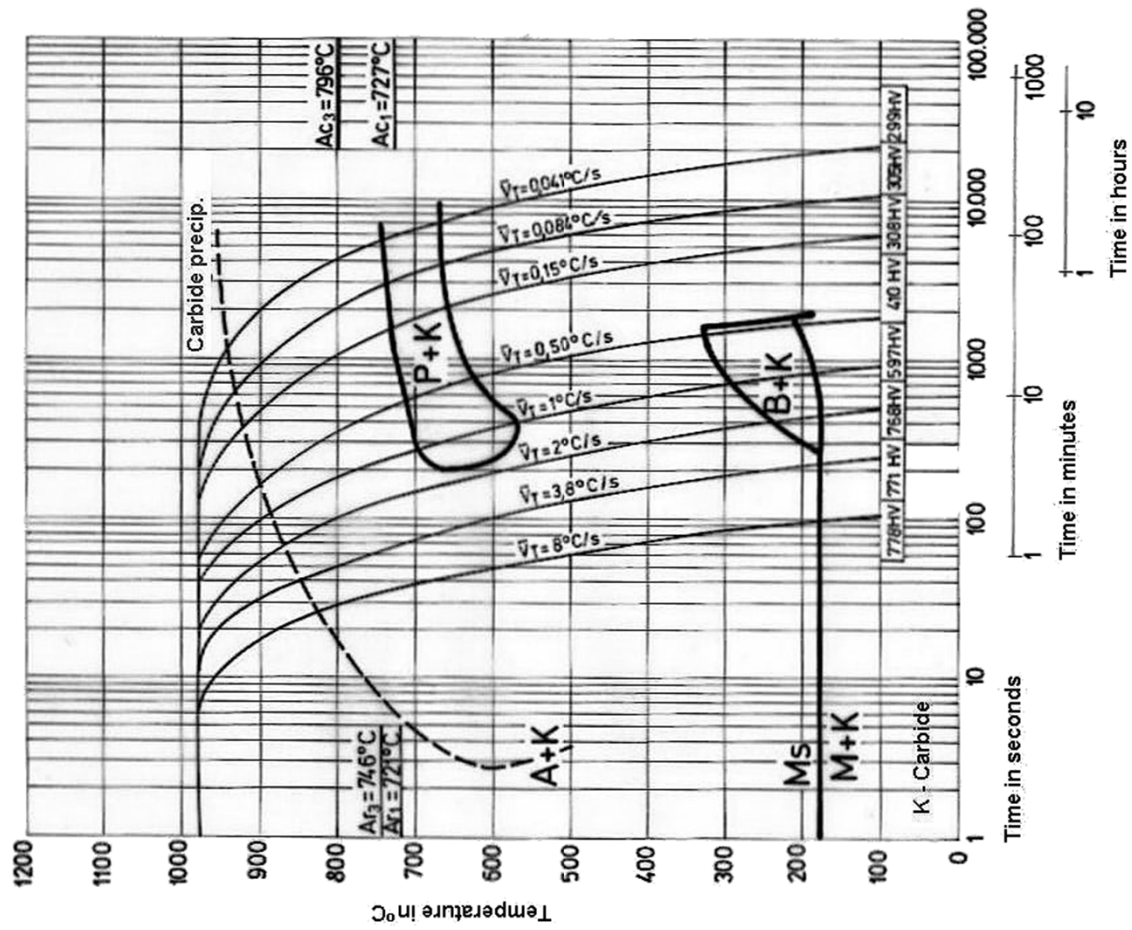
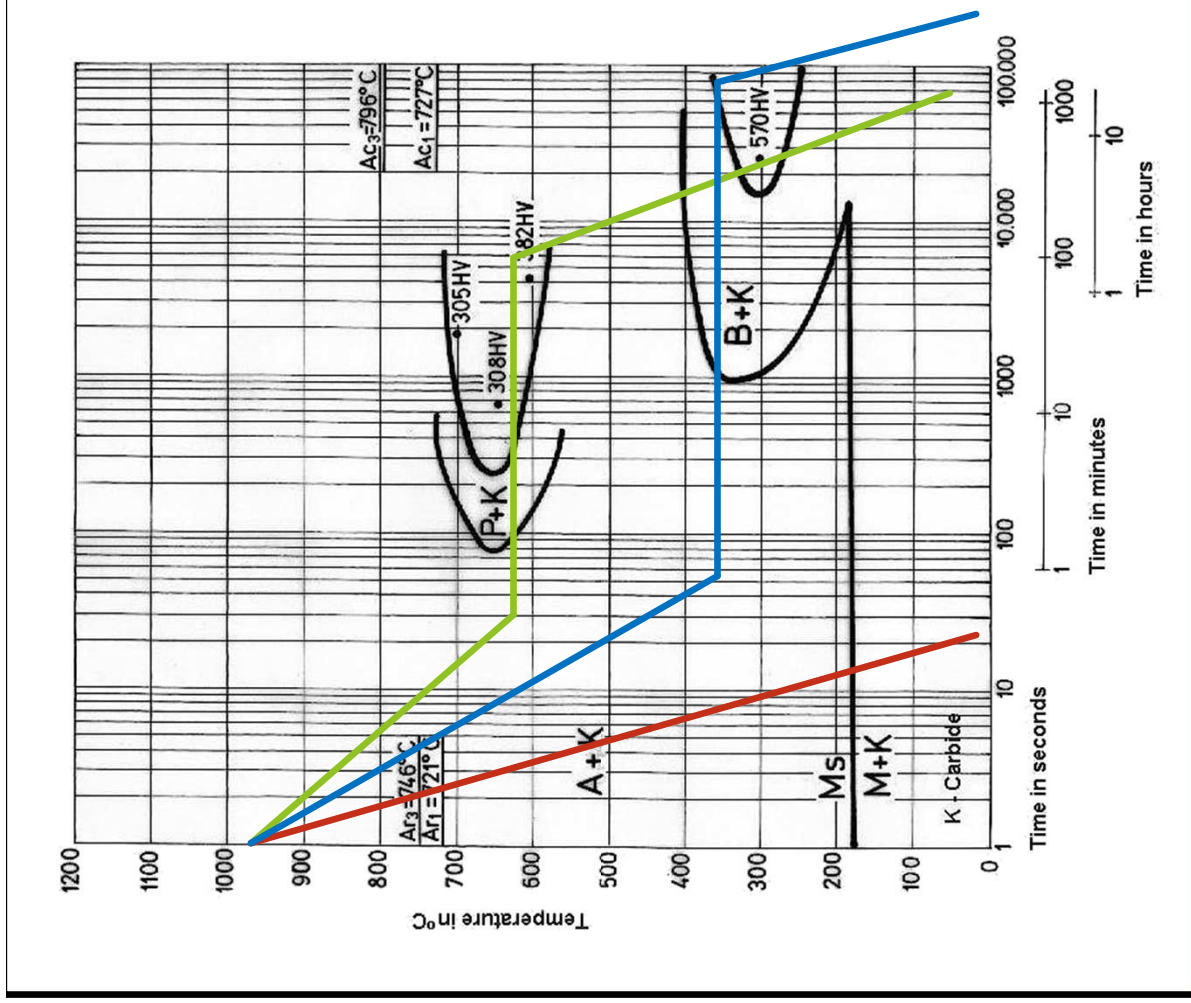
Dijagrami hlađenja

- ▶ Dijagrami hlađenja se koriste radi lakšeg shvatanja struktura koje nastaju u čeliku prilikom hlađenja.
- ▶ Omogućuju lako dobijanje željenih mehaničkih osobina, ili strukture čelika kopiranjem načina hlađenja sa dijagrama.
- ▶ Postoje dve vrste dijagrama hlađenja:
 - ▶ CCT - dijagrami sa neprekidnim hlađenjem
 - ▶ TTT - dijagrami sa stepenastim hlađenjem
- ▶ Tumačenjem dijagrama hlađenja mogu se odrediti struktura i mehaničke osobine nastale određenim hlađenjem.



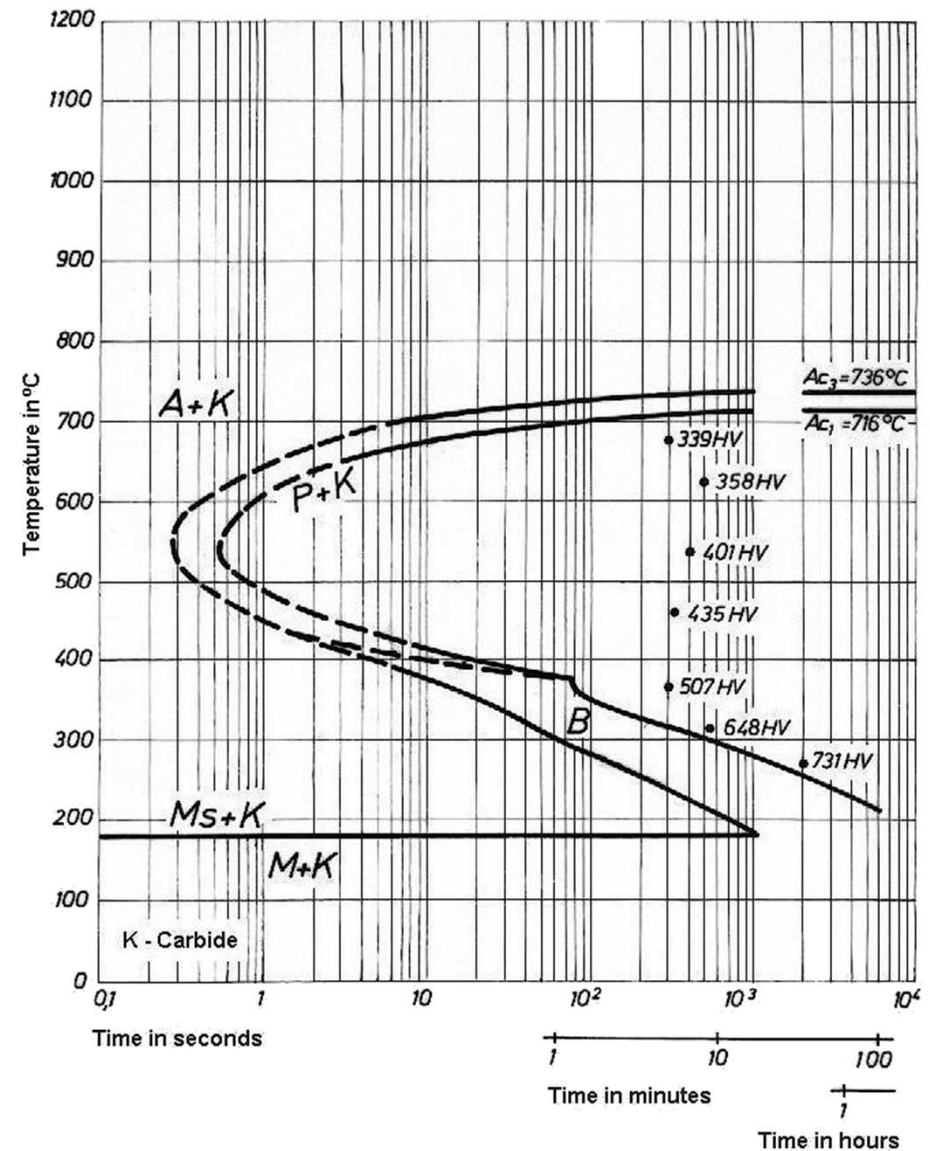
Tumačenje dijagrama hlađenja





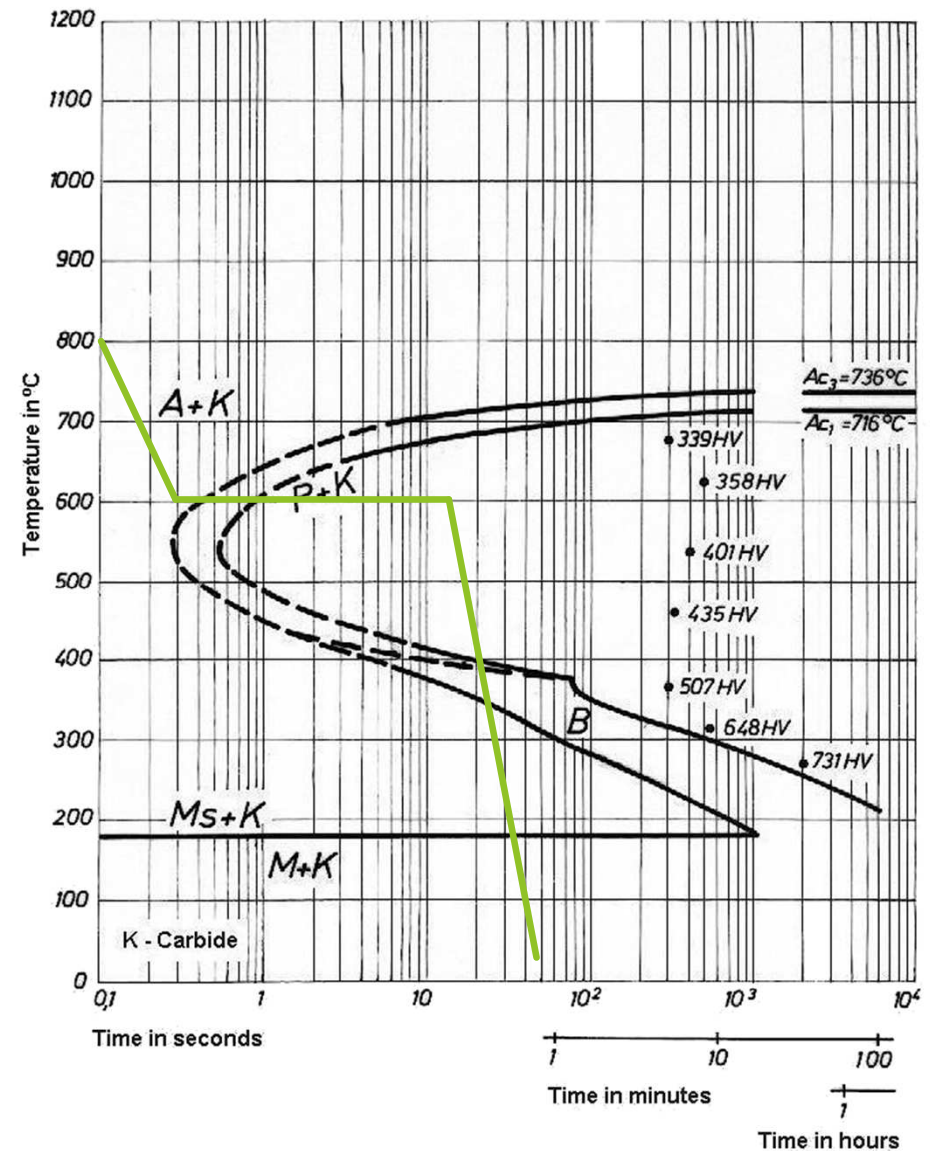
Primer zadatka

- Čelik je ohlađen u sonom kupatilu temperature 600°C , držan na toj temperaturi 15 sekundi, i onda ohlađen na sobnu temperaturu.
- Koje strukture su nastale?



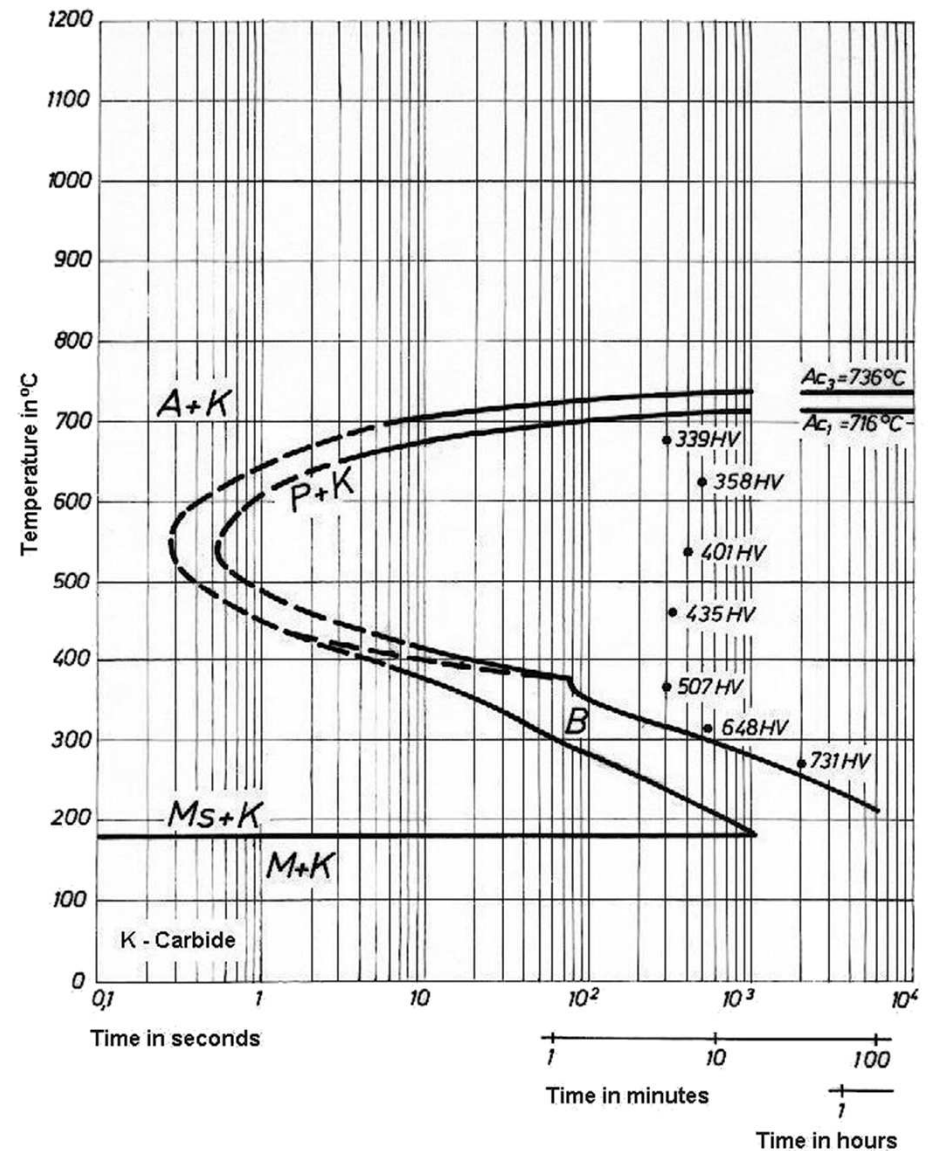
Primer zadatka

- Čelik je ohlađen sa 800°C u sonom kupatilu temperature 600°C, držan na toj temperaturi 15 sekundi, i onda ohlađen na sobnu temperaturu.
- Koje strukture su nastale?
- Perlit, i karbidi



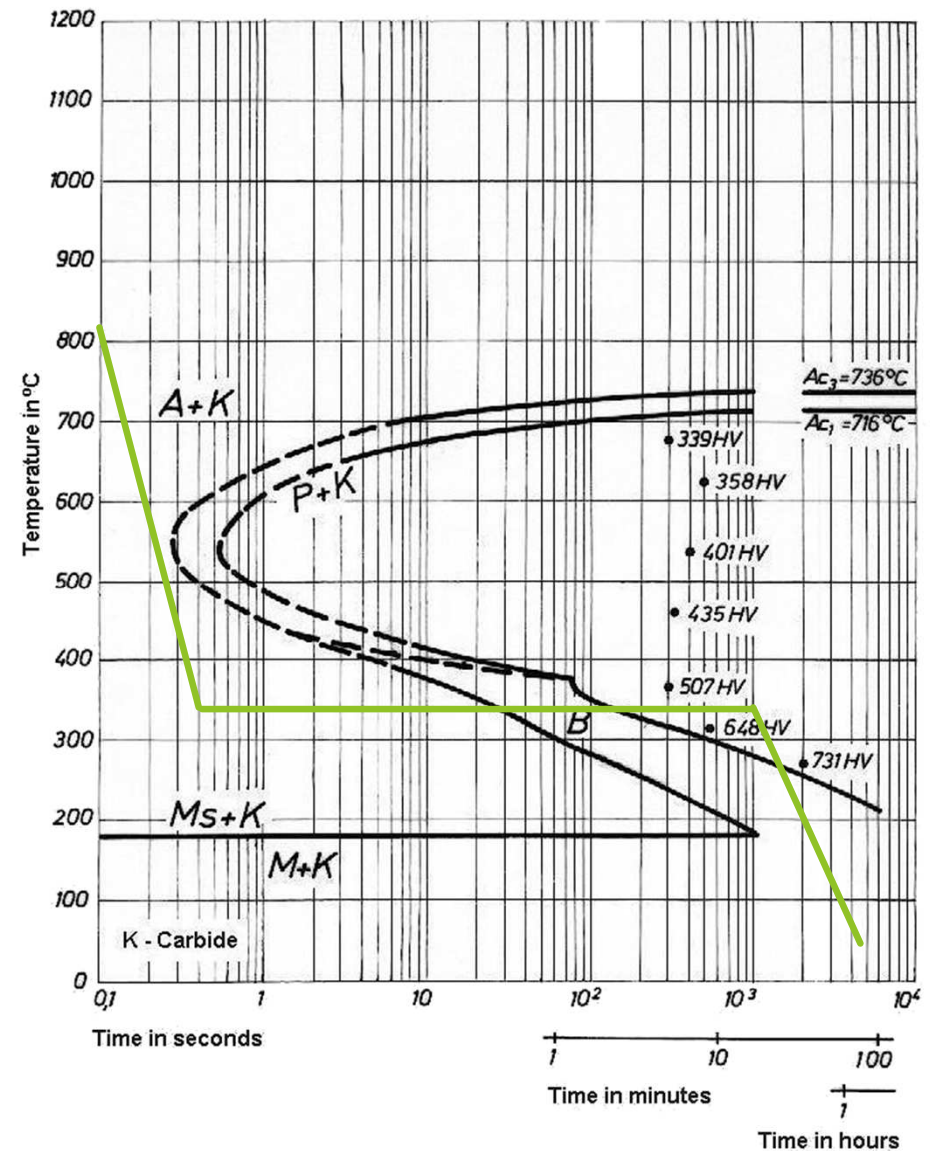
Primer zadatka

- Čelik je ohlađen sa 800°C u olovnom kupatilu temperature 350°C , držan na toj temperaturi 1000 sekundi, i onda ohlađen na sobnu temperaturu.
- Koje strukture su nastale?



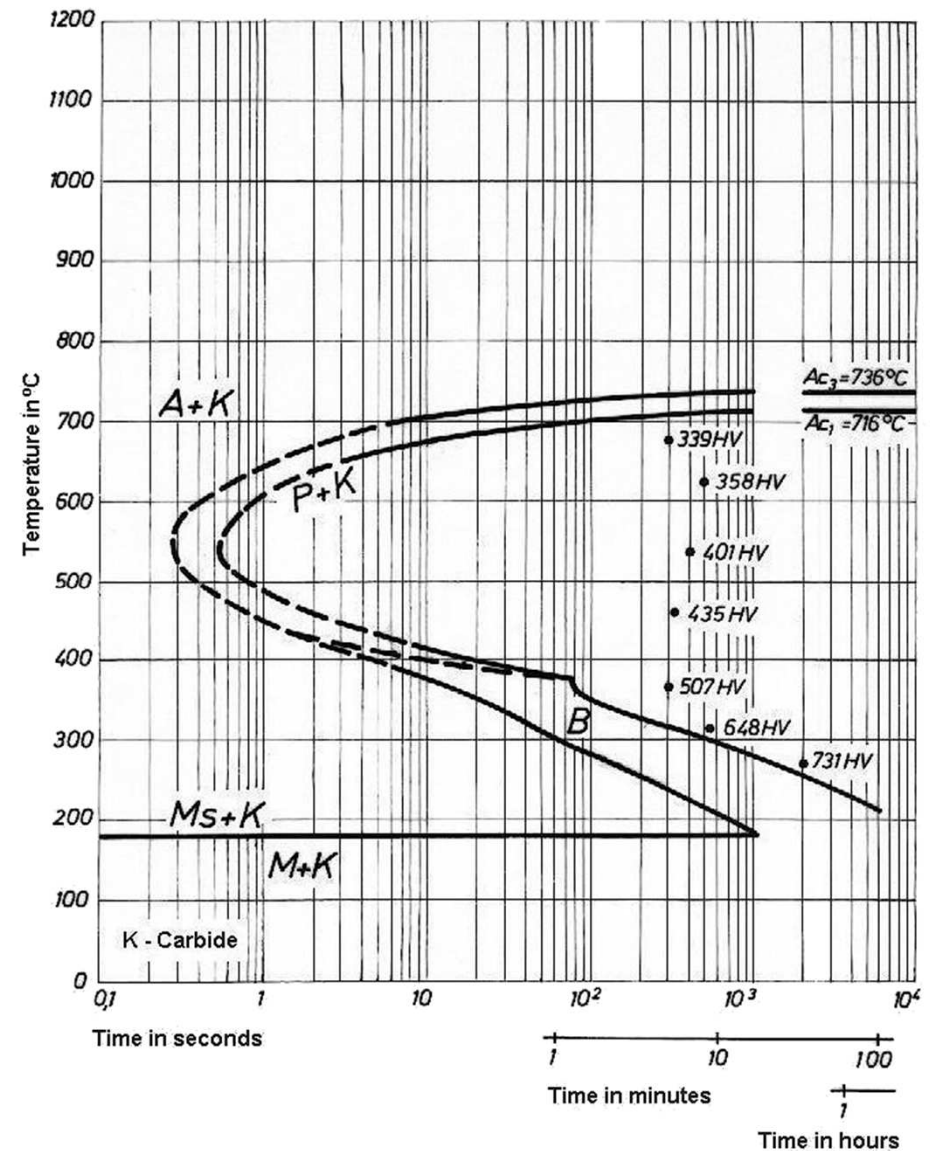
Primer zadatka

- Čelik je ohlađen sa 800°C u olovnom kupatilu temperature 350°C, držan na toj temperaturi 1000 sekundi, i onda ohlađen na sobnu temperaturu.
- Koje strukture su nastale?
- Beinit



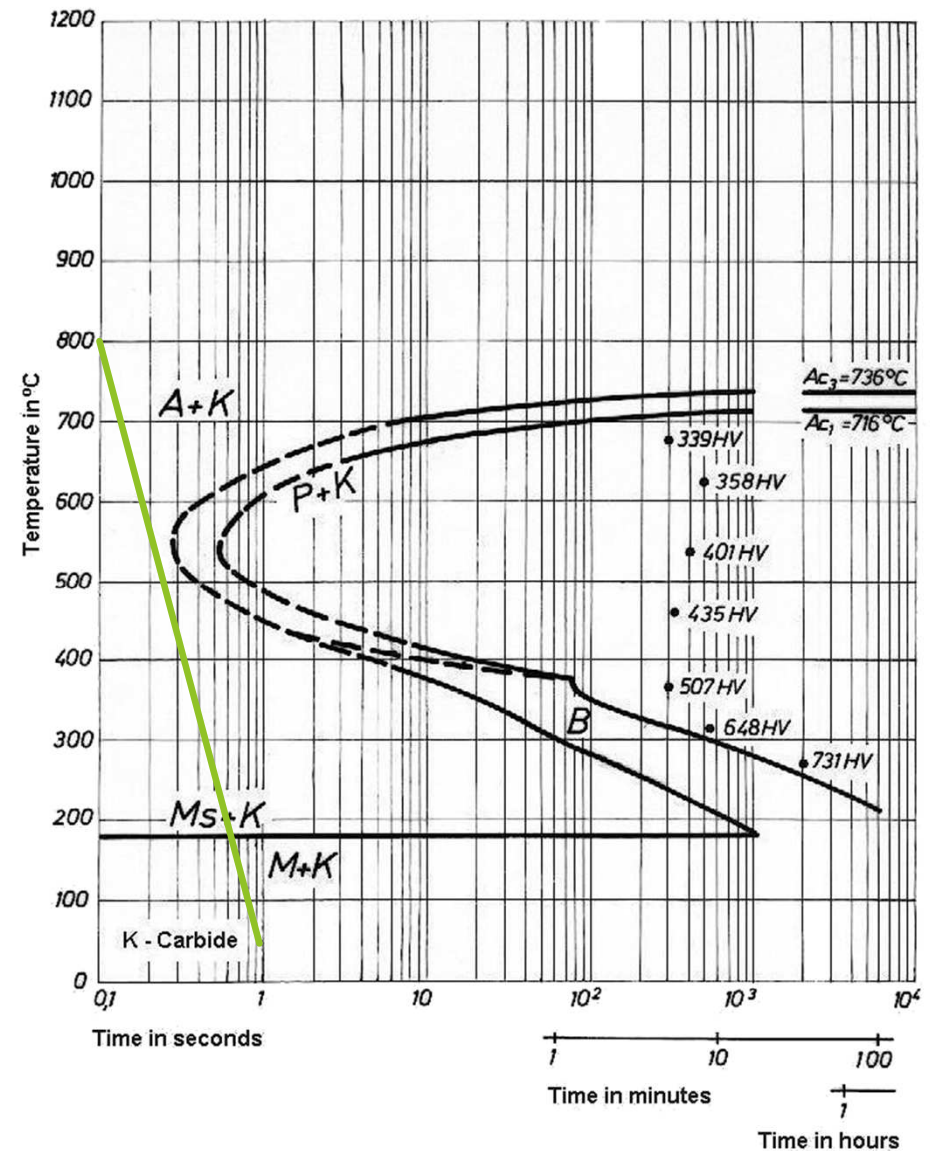
Primer zadatka

- Čelik je ohlađen sa 800°C u ulju na sobnu temperaturu.
- Koje strukture su nastale?



Primer zadatka

- Čelik je ohlađen sa 800°C u ulju na sobnu temperaturu.
- Koje strukture su nastale?
- Martenzit i karbidi



Zadaci za vežbanje

