# Vežbe 4 Termička Obrada

## Cementacija, Nitriranje, Priprema za test

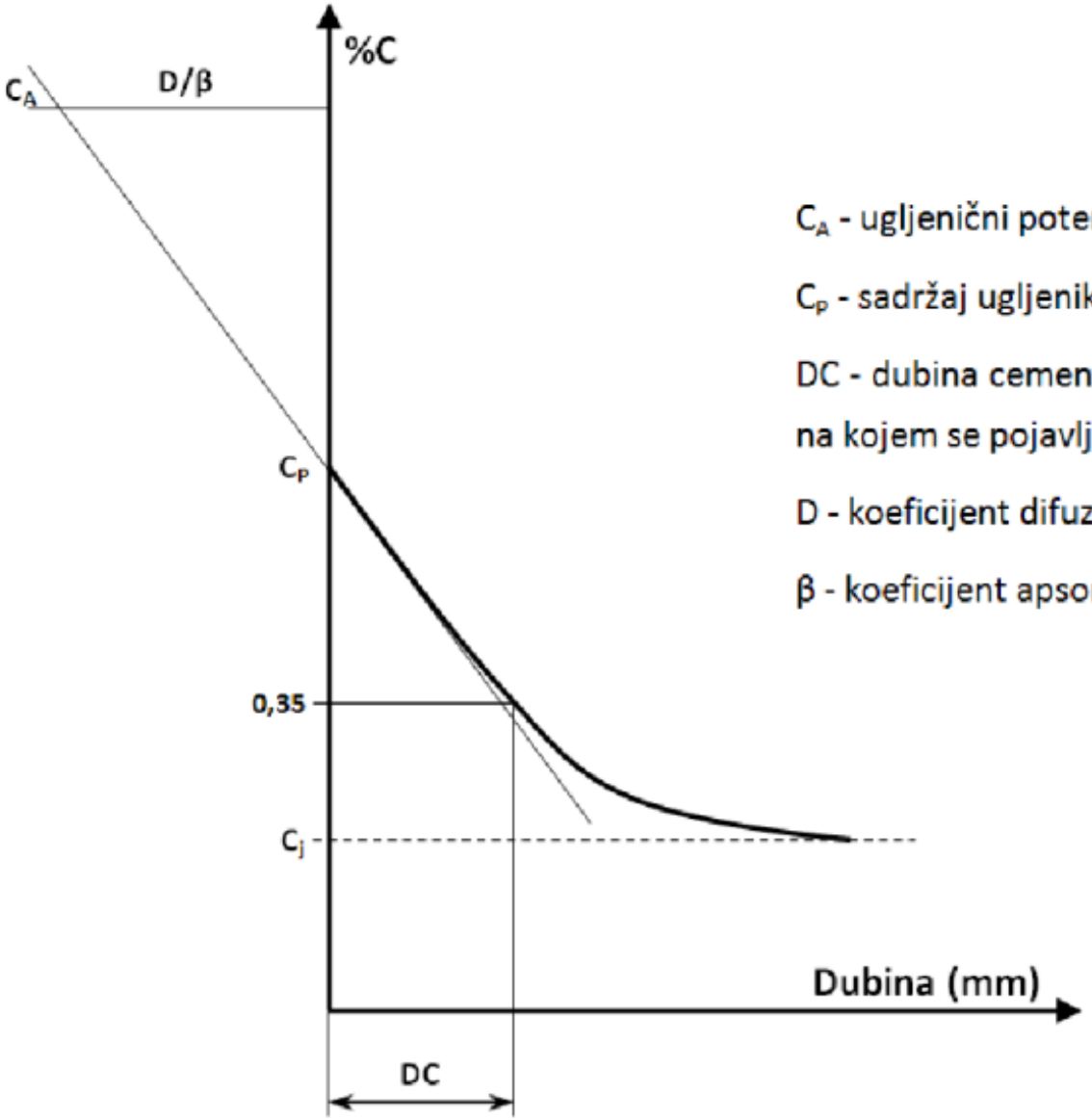
Materijali u Inženjerstvu

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

# Cementacija

- Cementacija je postupak obogaćivanja površine predmeta ugljenikom.
- Tanak površinski sloj(0.5-2mm) postiže visok sadržaj ugljenika, što nakon kaljenja rezultuje vrhunskom tvrdoćom(60+HRC). Sadržaj ugljenika u ostatku(unutrašnjosti) komada ostaje nepromenjen.
- Ovim postupkom se dobijaju komadi sa žilavim jezgrom i veoma tvrdom površinom, čineći ih idealne za primenu gde je potrebna i visoka žilavost i visoka tvrdoća površine.
- Cementacija se može vršiti u čvrstom, tečnom, i gasovitom sredstvu. Temperature na kojima se vrši su oko(900-1100$^{o}$C)
- Posle cementacije se mora raditi kaljenje. Sama cementacija ne daje nikve mehaničke osobine. Posle kaljenja se radi niskotemperaturno otpuštanje(do 250 $^{o}$C)

# Zadatak iz cementacije




$C_A$ - ugljenični potencijal atmosfere

$C_P$ - sadržaj ugljenika na površini cementiranog uzorka

DC - dubina cementacije - rastojanje od površine u m na kojem se pojavljuje sadržaj C jednak 0.35

D - koeficijent difuzije $m^2/s$

β - koeficijent apsorpcije $m/s$

$$\frac{C_A - C_P}{\frac{D}{\beta}} = \frac{C_P - 0.35}{DC}$$

# Kad izabrati cementaciju?

- Cementacija je jeftin postupak.
- Vrši na jeftinim niskougljeničnim čelicima.
- Nakon kaljenja, cementirani delovi imaju veću površinsku tvrdoću od poboljšanih čelika, a veću žilavost od kaljenih čelika.
- Cementirani delovi imaju visoku otpornost na habanje.
- Na temperaturama iznad 250 $^{o}C$ dolazi do opadanja tvrdoće cementiranih slojeva, ne smeju se koristiti na visokim temperaturama.

# Nitriranje

- Nitriranje je postupak uvođenja azota u površinu predmeta.
- Azot reaguje sa železom u čeliku i pravi nitride, jedinjenja visoke tvrdoće i hemijske stabilnosti.
- Nitriranje se vrši na relativno niskim temperaturama (500-600 ℃)
- Posle nitriranja se predmeti **ne** kale
- Nitrirani slojevi su izuzetno tvrdi(tvrđi od kaljenih čelika)
- Nitrirani slojevi su otporni na koroziju, i postojani su do temperatura od 600 ℃
- Zbog niske temperature nitriranje se može vršiti na poboljšanom čeliku.
- Nitriranje je skuplje od cementacije i radi se na specijalnom čeliku.

# Kad izabrati Nitriranje?

- Nitrirane delove odlikuje vrhunska tvrdoća, otpornost na povišene temperature, ili agresivne/korozivne sredine.
- Primenjuje se kod delova kojima je potrebna visoka tvrdoća na povišenoj temperaturi.
- Budući da se nitriranje može vršiti na poboljšanom čeliku, žilavost delova je takođe visoka.
- Zbog visoke cene postupka/materijala, nitriranje se primenjuje samo kad je finansijski opravdano.

# Priprema za test

- Odrediti vreme zagrevanja komada dimenzija Ø100x200mm ako se zagreva sa temperature od 25°C na 800 °C u peći temperature 820 °C. Dati su sledeći podaci:

  $\alpha$=100W/m² °C

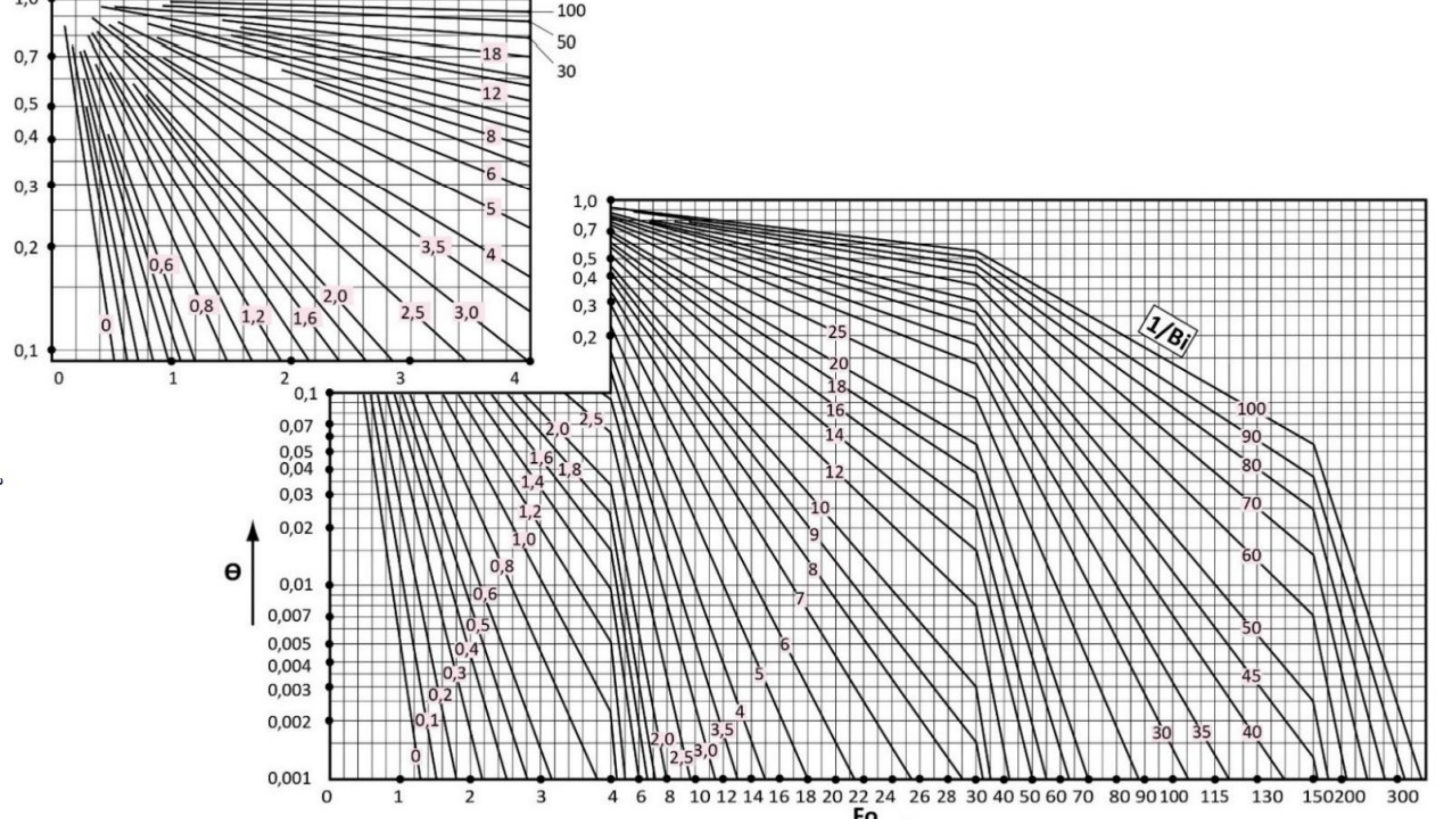
  $\lambda$=40W/m °C

  c=530J/kg °C

  $\rho$=7800kg/m³

(Oko 60 min)

- $\theta = \frac{t - t_{ok}}{t_0 - t_{ok}}$
- $B_i = \frac{\alpha}{\lambda} X$
- $F_o = \frac{\lambda \tau}{c \rho X^2}$


1,0
0,7
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
2
3
4
100
50
30
18
12
8
6
5
4
3,5
3,0
2,5
2,0
1,6
1,2
1,0
0,8
0,6
0
1/Bi
25
20
18
16
14
12
10
9
8
7
6
5
4
3,5
3,0
2,5
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
100
90
80
70
60
50
45
40
35
30
0,1
0,07
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0,007
0,005
0,004
0,003
0,002
0,001
Θ
0 1 2 3 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 40 50 60 70 80 90 100 115 130 150 200 300
Fo

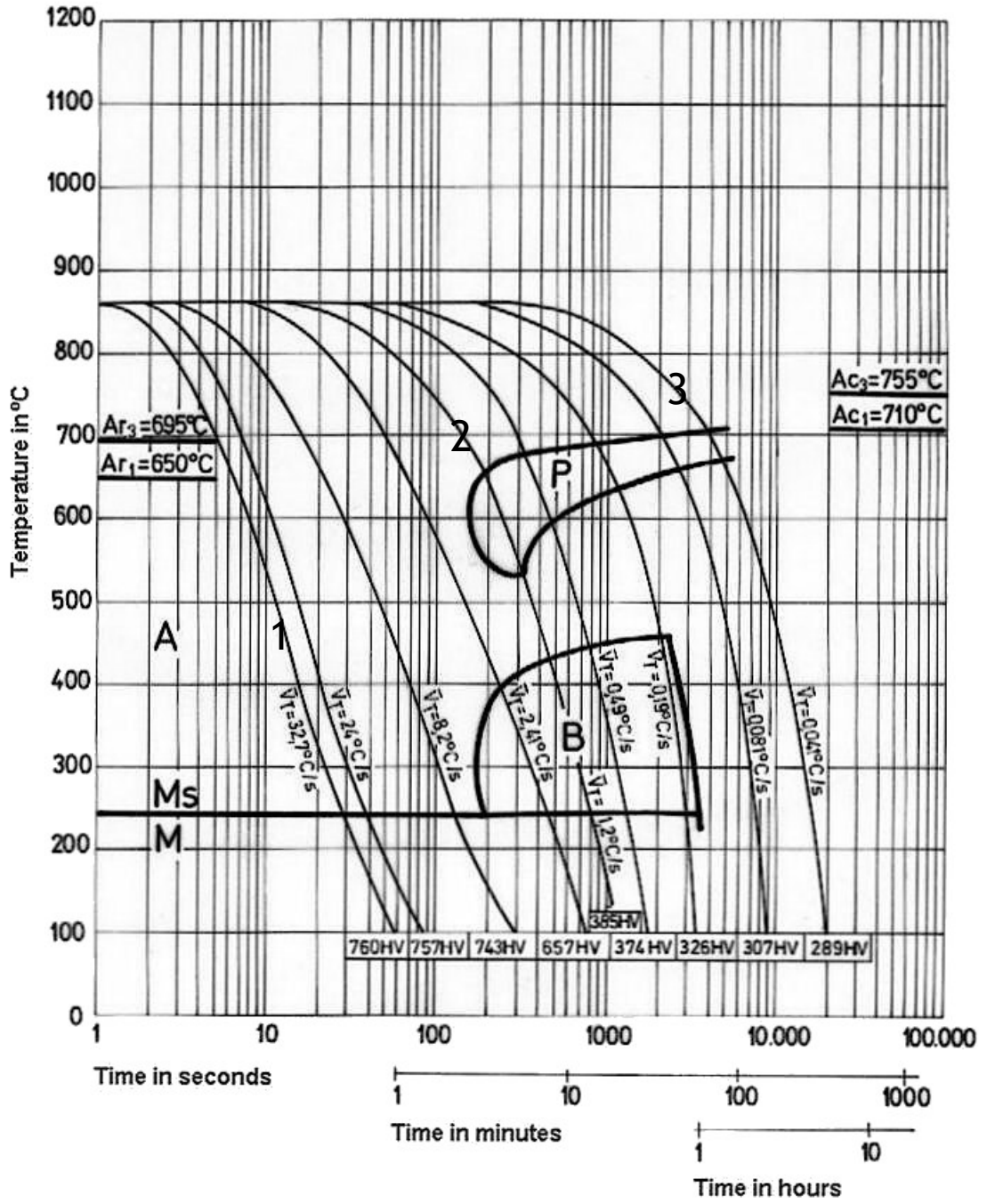
- Radni predmet od perlitnog(0,8%C) čelika je potrebno obraditi na meru mašinskom obradom, potom zavarivanjem spojiti u konstrukciju koja će biti dinamički opterećena. Propisati postupak termičke obrade koji će omogućiti najlakšu obradu i dugotrajnu postojanost radnog predmeta. Nacrtati grafik.

- Radni predmet od visokougljeničnog (1%C) čelika je potrebno obraditi na meru mašinskom obradom. Od komada se traži visoka otpornost na habanje, i žilavost. Komad će se koristiti na temperaturama do 400 °C. Propisati postupak termičke obrade koji će omogućiti najlakšu obradu i ispuniti zahtevane mehaničke osobine. Nacrtati grafik.

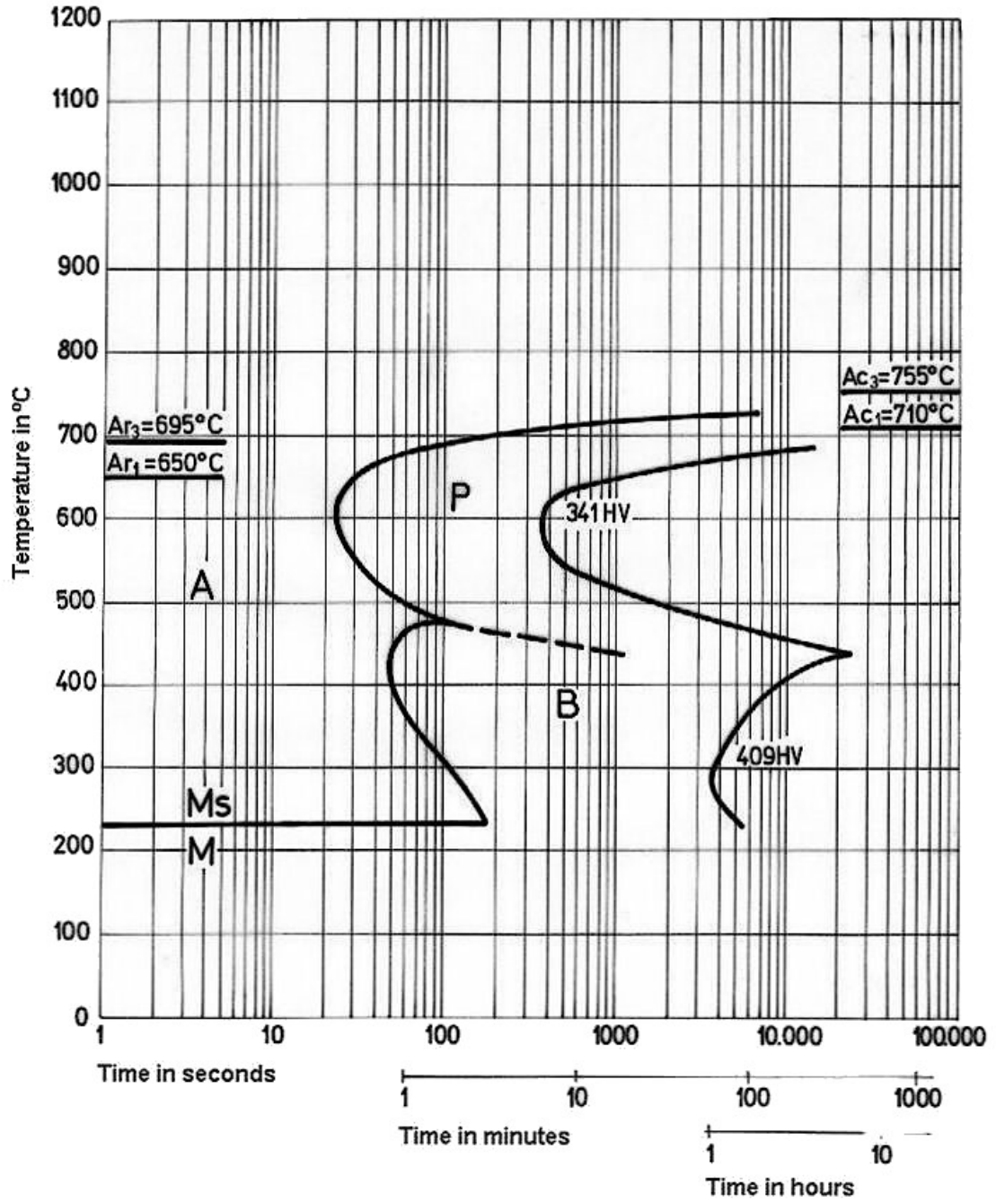
- Zupčanik za menjač u automobilu radi na temperaturama do 150 °C. Izložen je intenzivnom habanju, a i veoma dinamičkim opterećenjima. Od površine zupčanika se očekuje vrhunska tvrdoća. Zupčanik ne sme da bude krt, da ne bi došlo do loma. Propisati postupak termičke obrade koji će ispuniti zahtevane mehaničke osobine. Nacrtati grafik.

- Lopatice za mešalice u prehrambenoj industriji su izložene intenzivnom habanju, i nalaze se u korozivnim sredinama. Od predmeta se očekuje vrhunska tvrdoća, i otpornost na koroziju. Propisati postupak termičke obrade koji će ispuniti zahtevane mehaničke osobine. Nacrtati grafik.

# Koje strukture nastaju na linijama hlađenja 1,2,3, i kolika je tvrdoća?



# Ucrtati liniju hlađenja kojom se dobija Beinit, i opisati postupak hlađenja.



Odrediti dubinu cementacije(DC), ako su dati sledeći podaci:

$C_A$ =0,61 %C

$C_P$ =0,6 %C

D =3x10^-11 $m^2/s$

β =10 ^-6 m/s

$$\frac{C_A - C_P}{\frac{D}{\beta}} = \frac{C_P - 0.35}{DC}$$

# Hvala na pažnji!