

VEŽBA 4 – HLAĐENJE – TTT, CCT

TTT – Time, Temperature, Transformation

Ovi dijagrami koriste se za utvrđivanje mikrostrukture i udela pojedinih faza u čeliku nakon hlađenja na sobnu temperaturu. Mikrostruktura čelika formiraće se zavisno od načina hlađenja, a TTT dijagrami se koriste kada se radi o izotermnom načinu hlađenja (1).

Posmatraćemo tri slučaja termičke obrade eutektoidnog čelika (0.77%C) koji se hladi sa temperature 760°C:

a) Brzo hlađenje do 350 °C, držanje na datoj temperaturi 10⁴ s i brzo hlađenje do sobne temperature;

Na 350 °C austenit se transformiše u beinit: reakcija započinje nakon 10 s, a završava se na 500 s. Nakon 10⁴ s, 100% strukture uzorka je beinit i dalje transformacije nisu moguće.

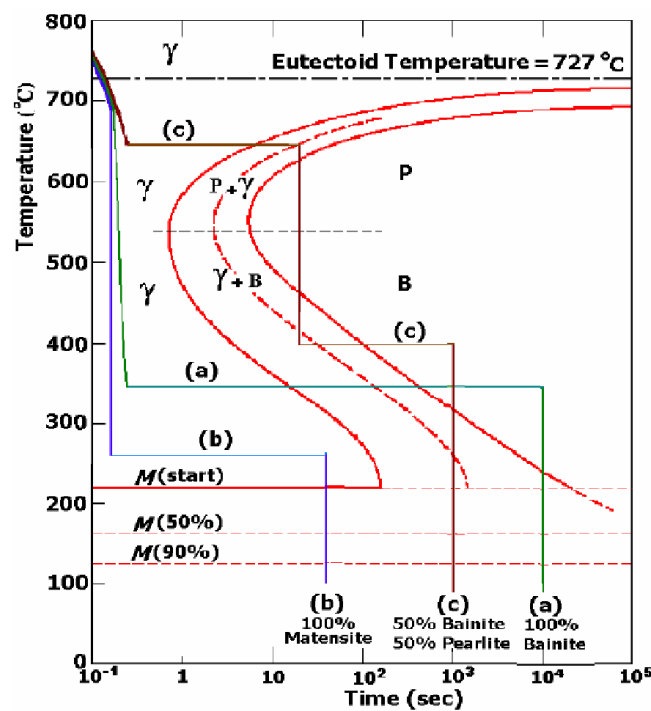
b) Brzo hlađenje do 250 °C, držanje 100 s i brzo hlađenje do sobne temperature;

Na 250 °C, nakon 100 s celokupnu strukturu uzorka sačinjava austenit. Kako se uzorak hladi započinje martenzitna transformacija na 215 °C. Ova transformacija završava se kada se dostigne sobna temperatura na kojoj će se u uzorku nalaziti 100% martenzita.

c) Brzo hlađenje do 650 °C, držanje 20 s, brzo hlađenje do 400 °C, držanje 10³ s i brzo hlađenje do sobne temperature.

Na 650 °C, nakon 7 s počinje da se stvara perlit, nakon 20 s 50% austenita je transformisano u perlit. Tokom brzog hlađenja do 400 °C deo preostalog austenita može se transformisati u perlit ili beinit. Na 400 °C, nakon 10³ s preostali austenit u potpunosti prelazi u beinit.

U svakom slučaju početno hlađenje mora biti takvo da se spreče neželjene transformacije.



Slika 1: Primer primene TTT dijagrama u slučaju termičke obrade eutektoidnog čelika (1)

CCT – Continuous Cooling Transformation

U većini slučajeva termičke obrade hlađenja se vrši neprekidno, a ne izotermalno, pa se pored TTT dijagrama koriste CCT dijagrami.

Posmatraćemo tri slučaja termičke obrade eutektoidnog čelika (0.77%C) koji se hladi sa temperature 760°C:

a) Sporo hlađenje (u zatvorenoj peći);

Za dati čelik i datu krivu hlađenja nastaje grubi perlit.

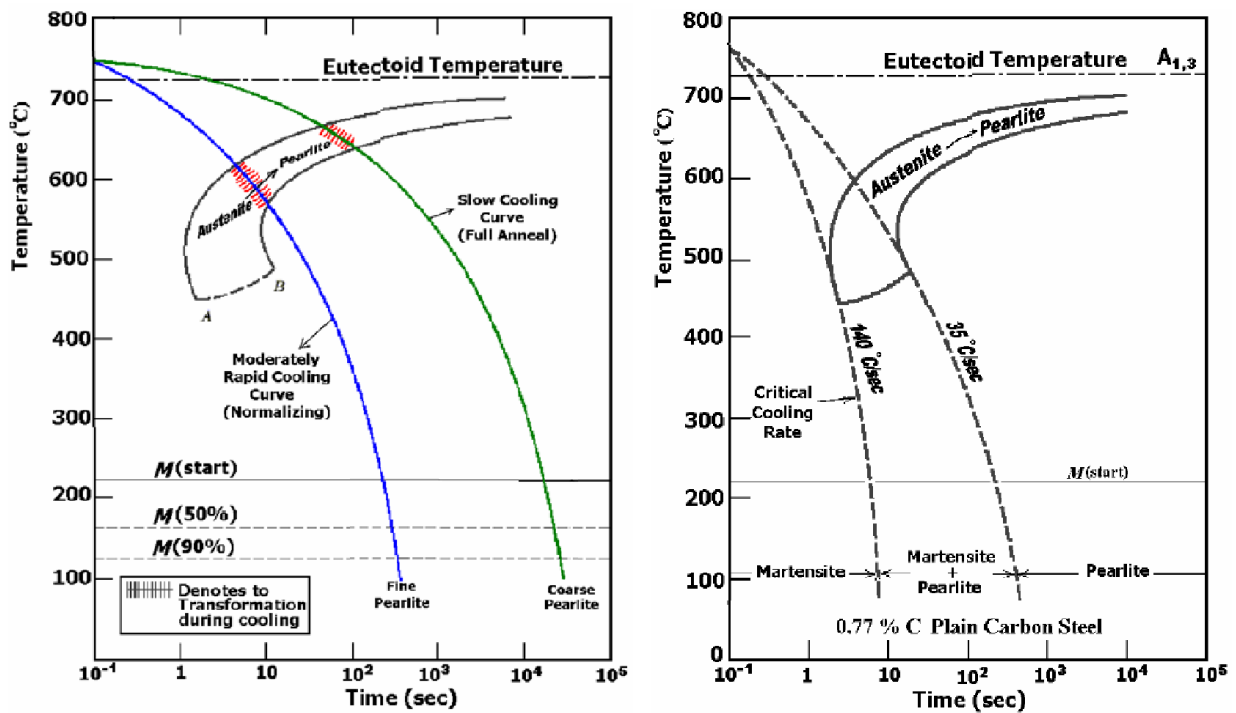
b) Srednje brzo hlađenje (normalizacija);

Za dati čelik i datu krivu hlađenja nastaje fini perlit.

Za oba slučaja važi sledeće: transformacija započinje nakon određenog vremena koje prođe do trenutka presecanja krive hlađenja i krive početka transformacije. Transformacija se završava kada kriva hlađenja preseče krivu završetka transformacije. Takođe, da bi nastala poptuna perlitna struktura za dati čelik brzina hlađenja ne sme biti veća od 35 °C/s.

c) Brzo hlađenje brzinom većom od 140 °C/s;

Za dati čelik i za ovu brzinu hlađenja nastaje potpuno martenzitna struktura.

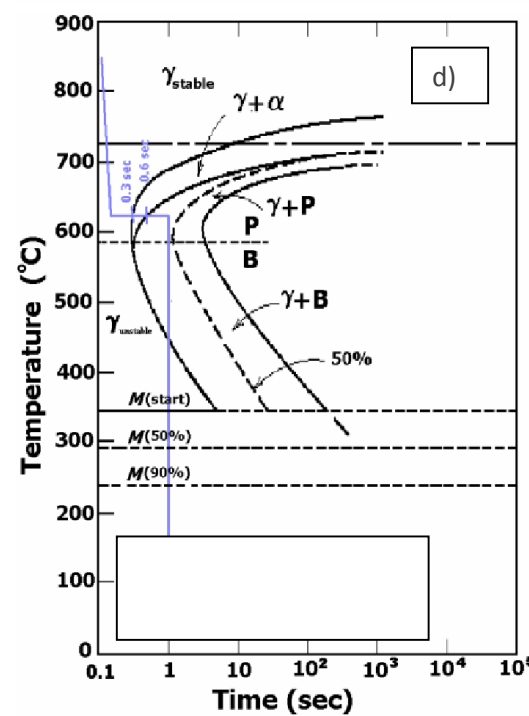
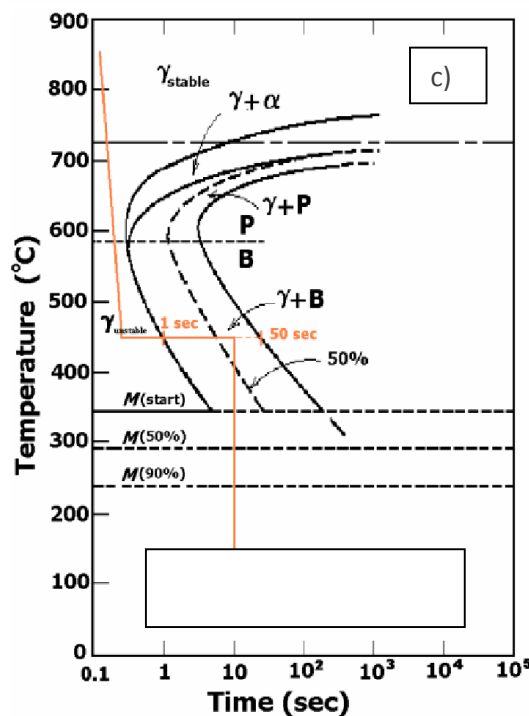
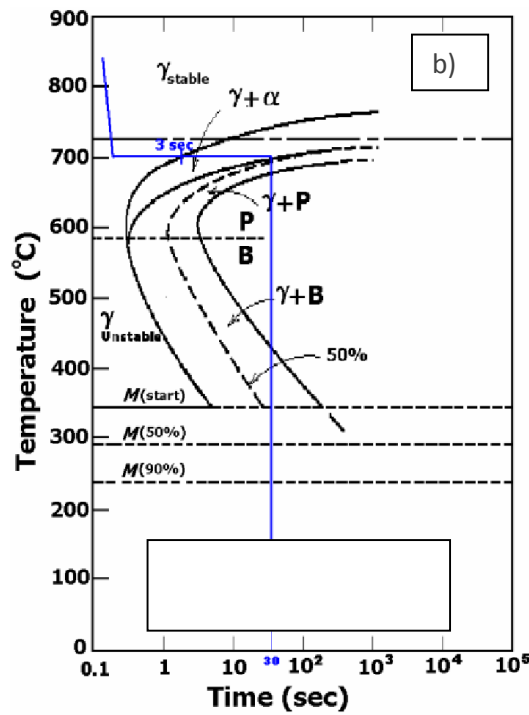
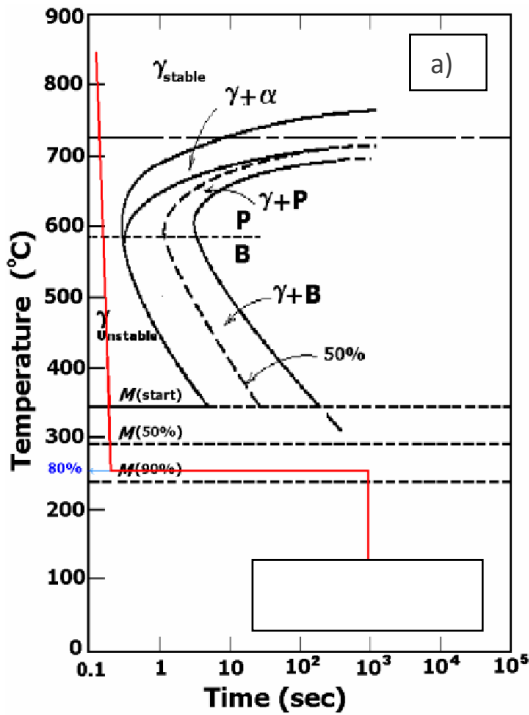


Slika 2: Primer primene CCT dijagrama u slučaju termičke obrade eutektoidnog čelika (1)

Zadatak 1

Primenom TTT dijagrama za čelik (0.45%C) odrediti mikrostrukturu nakon hlađenja. Tanki uzorci zagrevaju se na temperaturu 845 °C, zadržavanje na datoj temperaturi je dovoljno dugo da nastane potpuna, homogena austejntna struktura.

- a) Brzo hlađenje do 250 °C, držanje 10³ s i brzo hlađenje do sobne temperature
- b) Brzo hlađenje do 700 °C, držanje 30 s i brzo hlađenje do sobne temperature
- c) Brzo hlađenje do 450 °C, držanje 10 s i brzo hlađenje do sobne temperature
- d) Brzo hlađenje do 625 °C, držanje 1 s i brzo hlađenje do sobne temperature



Zadatak 2

Za čelik (0.45%C) nacrtati krive hlađenja koje će obezbediti sledeće strukture:

- 50% ferite i 50% grubi perlit,
- 50% fini perlit i 50% beinit,
- 100% martenzit.

