

VEŽBA 10 - CEMENTACIJA I NITRIRANJE

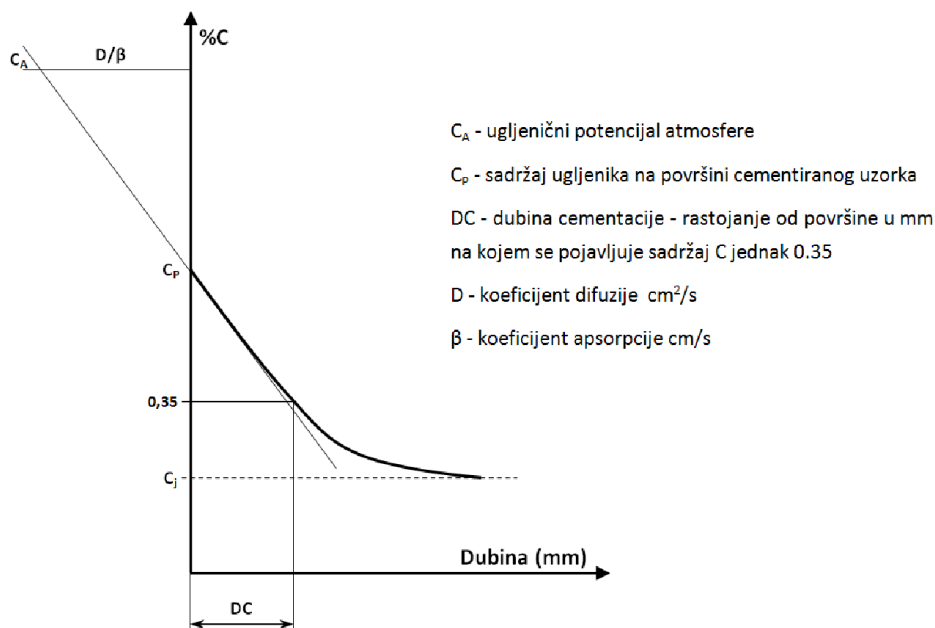
Cementacija

Cementacija predstavlja postupak naugljeničavanja površinskih slojeva čeličnih radnih predmeta. Radi se kod jeftinijih, niskougleničnih čelika (do 0.3 %C), a cilj je dobijanje žilavog jezgra otpornog na udare i tvrde površine otporne na habanje. Visoka tvrdoća ne postiže se odmah nakon cementacije, već je potrebno izvršiti kaljenje. Kako tvrdoća nakon kaljenja najviše zavisi od sadržaja ugljenika, to se potrebna količina ugljenika u površinskom sloju određuje na osnovu propisane tvrdoće. Kod cementacije važno je kontrolisati sadržaj ugljenika i dubinu cementacije. Delovi prenosnih sistema (zupčanici), su tipičan primer primene cementacije u industriji.

Za vreme naugljeničavanja dešavaju se tri fizičko - hemijska procesa:

- disocijacija ugljenika na površinu komada,
- adsorpcija ugljenika na površini komada i
- difuzija ugljenika od površine ka unutrašnjosti komada.

Tipičan izgled rasporeda C u cementiranom sloju pri gasnoj cementaciji prikazan je na slici 1.



Slika 1: Raspored sadržaja ugljenika

Na osnovu sličnosti trouglova može se napisati:

$$\frac{C_A - C_p}{\frac{D}{\beta}} = \frac{C_p - 0.35}{DC \rightarrow \max 5mm} \dots\dots\dots 9.01$$

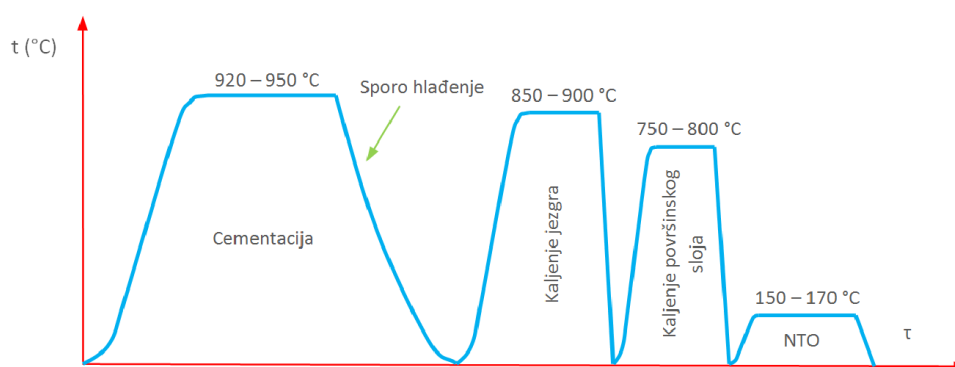
Dubina cementacije DC definiše se kao rastojanje od površine komada do mesta na kojem počinje osetan porast tvrdoće u odnosu na tvrdoću jezgra. Prema raznim autorima ovo mesto se najčešće nalazi na rastojanjima na kojima sadržaj ugljenika ima vrednosti 0.3 do 0.4%. Za analitičko i grafičko rešavanje zadatka može se približno usvojiti da je DC ono rastojanje na kome je sadržaj ugljenika jednak 0.35%.

Termička obrada nakon cementacije

Posle procesa cementacije potrebno je izvršiti termičku obradu. Koja vrsta termičke obrade će se primeniti zavisi od željenih osobina, odnosno od funkcije radnog predmeta. Mogući vidovi termičke obrade posle cementacije prikazani su u knjizi T.O. II na stranicama 106-110, kao i u "Dijagrami i tablice" Ц.П.1 do Ц.П.6.

a) Za najstrožije osobine jezgra (koje se zahtevaju zbog dinamičkog opterećenja) i dovoljnu optornost na habanje:

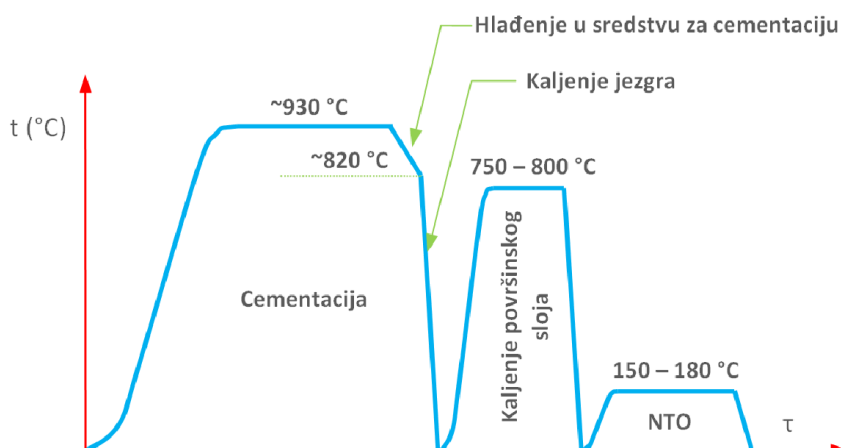
- delovi se posle cementacije hlade na mirnom vazduhu ili u sanducima za pakovanje kod cementacije čvrstim sredstvom;
- vrši se kaljenje jezgra, odnosno kaljenje sa prave temperature za kaljenje jezgra koje ima za cilj profinjavanje strukture jezgra i eventualno uklanjanje cementitne mreže u cementiranom sloju;
- zatim se vrši kaljenje površinskog sloja pri čemu će jezgro opet biti kaljeno ali nepotpuno jer je temperatura kaljenja neka temperatura iz prelazne oblasti $A_1 - A_3$.



Slika 2: Grafikon T.O. sporo hlađenih komada posle cementacije sa dvostrukim kaljenjem

b) Druga varijanta prvog procesa - direktno kaljenje jezgra sa temperature cementacije (za nešto manje komade):

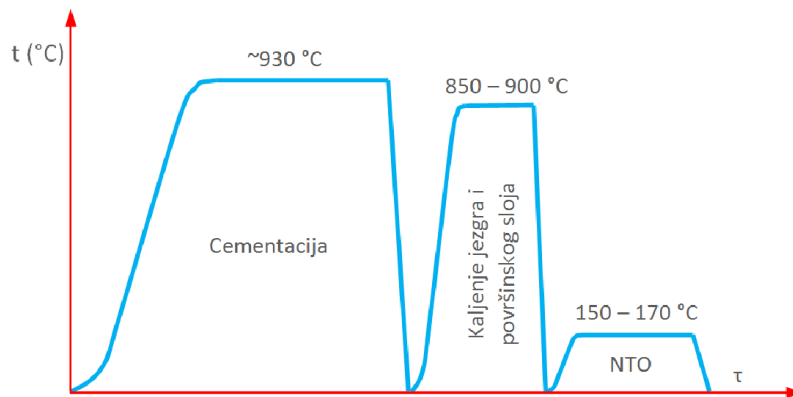
- moguće je samo ako se tok naugljeničavanja može strogo kontrolisati;
- pored racionalnosti ovom postupku se pripisuje i smanjena količina zaostalog austenita.



Slika 3: Dvostruko kaljenje posle cementacije, pri čemu je prvo kaljenje sa temperature cementacije

c) Ukoliko se postavljaju manji zahtevi pred tvrdi cementirani sloj, a pretežno traže dobre mehaničke osobine jezgra:

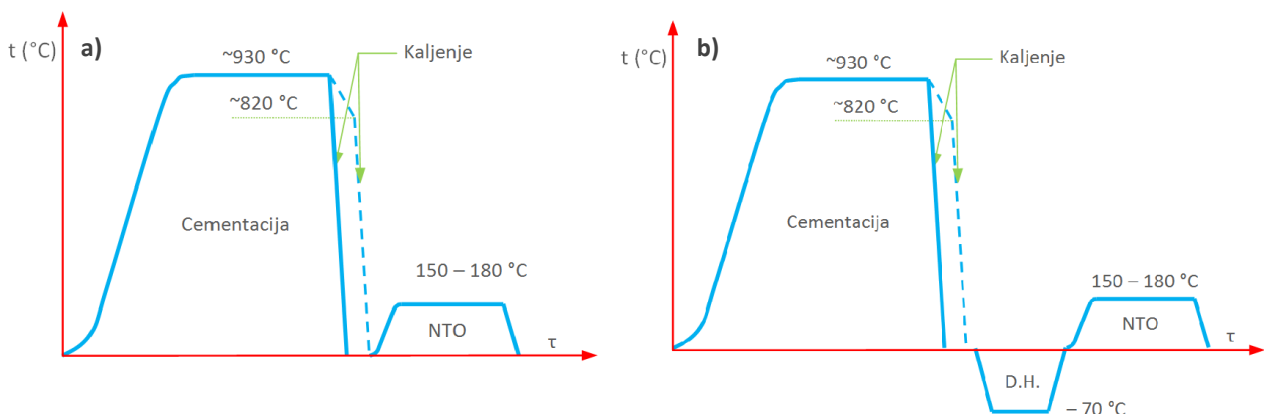
- može se obaviti samo jedno kaljenje koje u najvećoj meri odgovara jezgru komada;
- dobija se sitnozrno jezgro, a površinski sloj je u izvesnoj meri pregrejan.



Slika 4: Proces T.O. sa jednim kaljenjem sa temperature koja odgovara za jezgro komada

d) za masovnu proizvodnju sitnih komada:

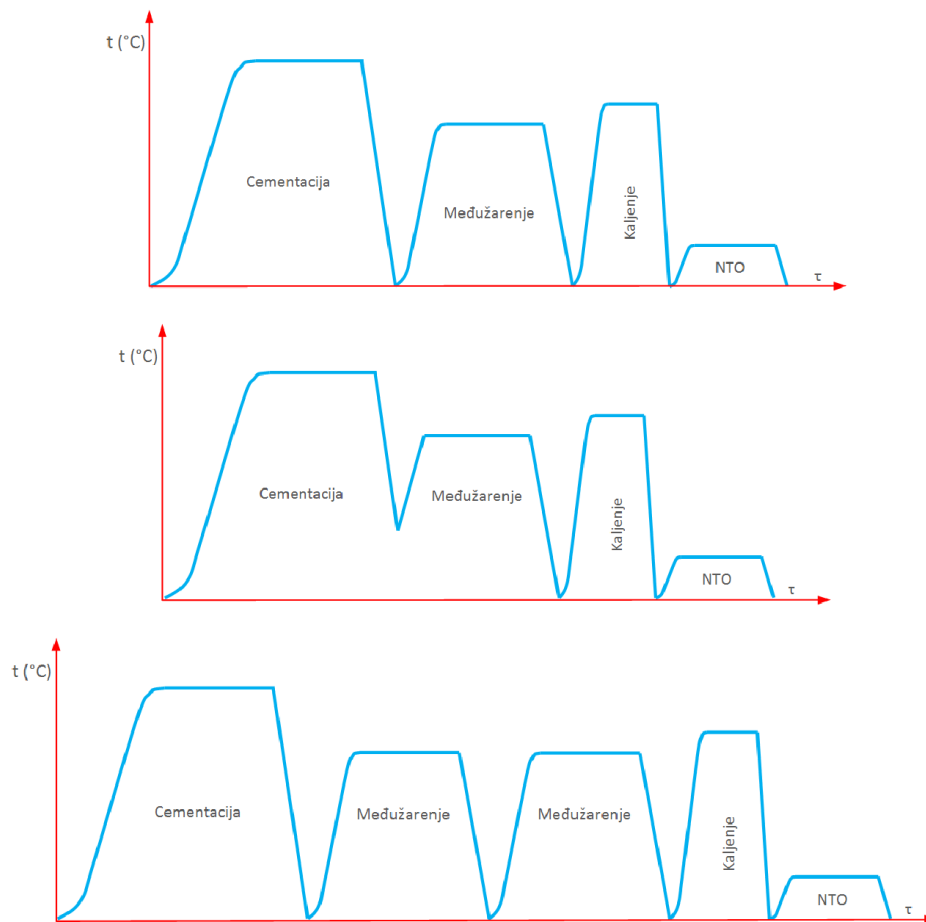
- u masovnoj proizvodnji postoji težnja da se uprosti postupak T.O. posle cementacije primenom samo jednog kaljenja i to direktno sa temperature cementacije ili uz malo prethodno rashlađenje u peći za cementaciju.



Slika 5: Grafikon direktnog kaljenja sa temperature cementacije ili uz prethodno hlađenje: a) običan postupak, b) postupak sa dubokim hlađenjem

Nedostatak prikazanog postupka termičke obrade su krupnozrno jezgro i veća količina zaostalog austenita u tvrdom sloju. Smanjenje količine zaostalog austenita može se postići dubokim hlađenjem kao što je to prikazano na slici 5b.

Ako legirajući elementi u čeliku uvećavaju količinu preostalog austenita posle kaljenja tvrdoća će biti mala (45 do 55 HRC). U ovom slučaju se, umesto dubokog hlađenja, sa većom sigurnošću primenjuje međužarenje koje se obavlja na temperaturi između 600 i 650 °C u trajanju od dva do šest časova. Cilj je izdvajanje fino dispergovanih karbida iz rastvora, čime će rastvor osiromašiti u sadržaju ugljenika i legirajućih elemenata. Naknadnim zagrevanjem za kaljenje nastaje manje legirani austenit, pa je dejstvo legirajućih elemenata na stabilizaciju austenita manje. Ovakvo međužarenje se često obavlja dva puta. Grafikoni tri varijante ovog postupka prikazani su na slici 6.



Slika 9.06: Varijante T.O. cementiranih delova sa međuzarenjem

Nitriranje

Nitriranjem se naziva postupak uvođenja azota u površinski sloj čelika. Osnovne karakteristike:

- visoka tvrdoća (znatno veća nego kod martenzita) i odlična otpornost na habanje;
- za razliku od tvrdoće ostvarene martenzitnom strukturom, tvrdoća nitriranog sloja postojana je i na višim temperaturama (500-550 °C);
- proces se obavlja na niskim temperaturama (500-600 °C), nema potrebe za brzim hlađenjem, dolazi do porasta debljine komada za 0.01-0.07 mm;
- komadi za nitriranje se pre nitriranja definitivno obrađuju, posle nitriranja nema obrade;
- znatno se povećava dinamička čvrstoća, naročito kod delova sa efektom zarezaja;
- povećava se koroziona otpornost površinskog sloja;
- temperature procesa su dovoljno niske tako da ne utiču na strukturu prethodno poboljšanog čelika;
- proces nitriranja je veoma dug, zato se u praksi ide na dubine sloja do 0.4 mm;
- specijalan čelik za nitriranje 34CrAlMo5 (Č4739).