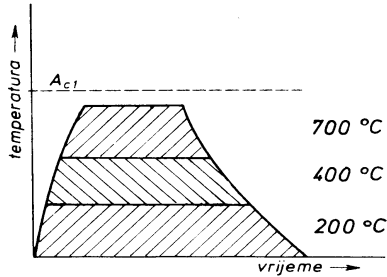


### 6.2.3 Popuštanje



Dijagram popuštanja

Struktura zakaljenih čelika je izbačena iz metalografske ravnoteže zbog naglog hlađenja. Posljedica toga su napetosti.

Popuštanje je toplinska obrada koja se izvodi samo poslije kaljenja da se smanje napetosti i povećava žilavost. Izvodi se ispod  $A_{c1}$  (kad bi se prešla  $A_{c1}$  kaljenje ne bi imalo nikakvu svrhu, jer bismo sa strukturom bili tamo gdje smo bili prije kaljenja)

Svrha je povećanje žilavosti, čvrstoće na udar, dok se smanjuje napetost a sa time i tvrdoća i čvrstoća

Prema odabranoj temperaturi popuštanje se dijeli na

#### - nisko popuštanje

Ne gubi se tvrdoća postignuta kaljenjem jer se izvodi na temperaturi oko 200°C (za ugljične čelike 220°C). Smanjuju se mikronapetosti martenzita.

Primjenjuje se kod cementiranih, ugljičnih alatnih čelika i drugih čelika kod kojih se traži velika tvrdoća, a ne postavljaju veliki zahtjevi za žilavost, jer se žilavost malo poveća, a ne gubi se puno na tvrdoći.

#### - srednje popuštanje

Se izvodi na temperaturi od 350 - 500°C. Čelik se oslobađa od strukturnih i toplinskih napetosti.

Primjenjuje se kod opruga, ukovnja i niskolegiranih alatnih čelika. Materijal postaje žilav i otporan na udarce

#### - visoko popuštanje

Se izvodi na temperaturama od 500 - 700°C. Potpuno ukida sve napetosti u materijalu, vraća čeliku žilavost i elastičnost, ali se najviše gubi na tvrdoći

Primjenjuje se na čelicima za poboljšavanje, alatnim čelicima za rad u toplom stanju i brzoreznim čelicima

#### - samopopuštanje

Postupak koji se provodi s kaljenjem kao jedna operacija. Nakon grijanja na temperaturu kaljenja dolazi do naglog hlađenja, ali samo do određene temperature. Zatim se obradak vadi iz rashladnog sredstva i pušta da se polako hladi. Time se dobije potrebna tvrdoća površinska tvrdoća uz sredinu koja je nezakaljena i žilava.



Visoko popušteni čelik na noževima alata

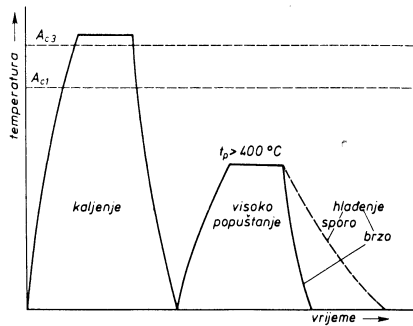


Popuštanje opruga



Popuštanje noža

### 6.2.4 Poboljšavanje



Dijagram anizotermičkog poboljšavanja

Poboljšavanje je postupak koji se sastoji od normalnog kaljenja i visokog popuštanja. Koristi se kod čelika s manje od 0,4%C - specijalnim čelicima za poboljšavanje. Povećava se žilavost, čvrstoća, tvrdoća.

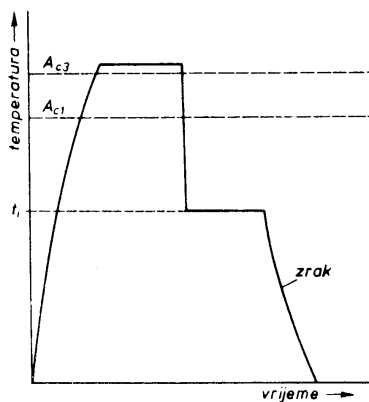
Prije poboljšavanja predmeti se relativno lako obrade na mjeru skidanjem strugotine, jer su im mehanička svojstva (čvrstoća i tvrdoća) srednje vrijednosti, a nakon poboljšavanja mehanička svojstva im se jako povećaju. Poboljšavanje može biti

#### - anizotermičko poboljšavanje

provodi se normalnim kaljenjem i visokim popuštanjem, hladjenje nakon popuštanja može biti brzo ili polagano (ovisi o vrsti čelika)

#### - izotermičko poboljšavanje

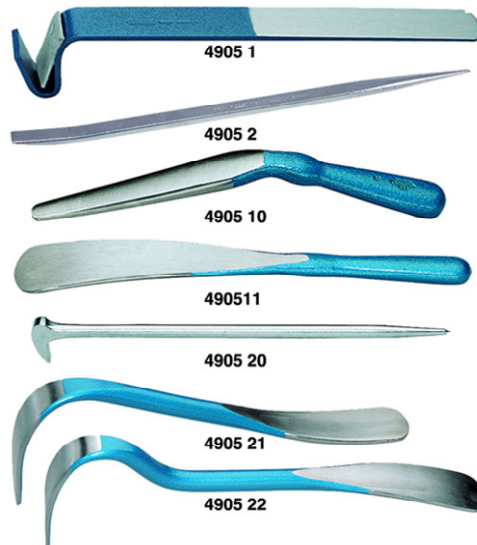
provodi se prekidnim kaljenjem, ekonomičnije je, jer se za postupak visokog popuštanja predmet ne mora ponovo zagrijavati, potrebna je suvremenija oprema, pogodna za strojne elemente manjih dimenzija.



Dijagram izotermičkog poboljšavanja



Peć za indukcijско poboljšavanje čelika



Alat izrađen od čelika za poboljšavanje