

Tepelné zpracování kovových materiálů

# POPOUŠTĚNÍ

# Použití

- snížení vnitřního pnutí
- snížení křehkosti zakalené oceli
- posílení houževnatosti martenzitické struktury
  - jehlicovitý tvar (tetragonální martenzit)  
se mění v sorbitickou strukturu

# Struktura popuštěné oceli



- martenzit se zbytkovým austenitem
- popuštěno při teplotě 680°C  
→ **sorbitická struktura**

# Základní rozdělení

- popouštění  
**za nízkých teplot (< 350°C)**  
- zejména pro nástrojové oceli
- popouštění  
**za vysokých teplot (350 až 700)°C**  
- kalení a vysokoteplotní popouštění  
se nazývá **zušlechťování**

# Používané teploty popouštění

- **(80 až 180)°C** - pokles křehkosti, mírný pokles tvrdosti (kubický martenzit)
- **(180 až 300)°C** - zbytkový austenit se rozpadá na bainit
- **(200 až 400)°C** - úplný rozpad martenzitu na ferit a cementit (tvar kuliček)
- **nad 400°C do  $A_{C1}$**  - cementitové částice se zvětšují a mizí jehlicovitý charakter struktury (kuličkový cementit ve feritické hmotě - **sorbit**)

# Vozová komorová plynová pec

- max. hmotnost vsázky 50t
- délka prac. pl. 7m
- šířka prac. plochy 3m



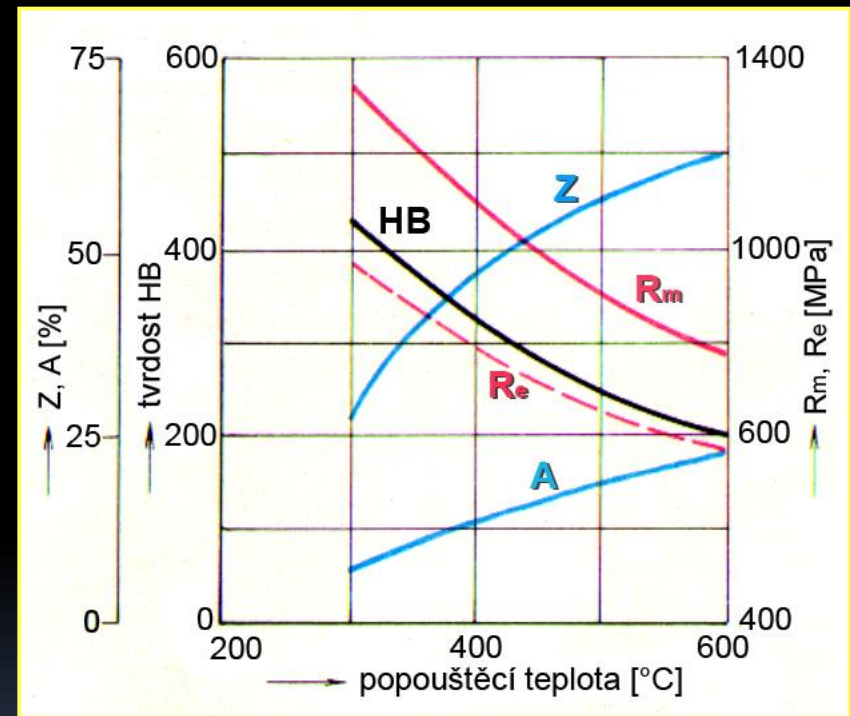
popouštění tyčí  
ve svazcích



popouštění  
svařenců

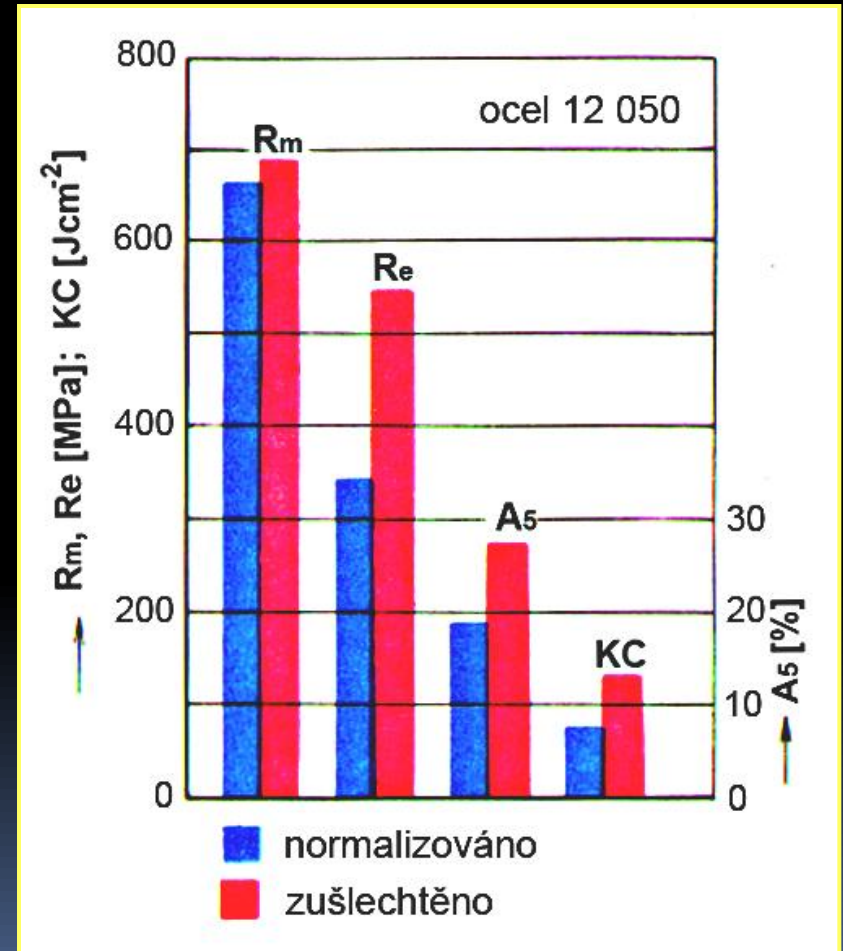
# Zušlechťování - změna vlastností

- **použití** - součásti s požadavkem dobré houževnatosti (oceli tř. 13 až 16)
- oceli s hlubokou prokalitelností (legující prvky **Mo**, Cr, Ni, Mn)



# Porovnání mechanických vlastností - ocel 12 050

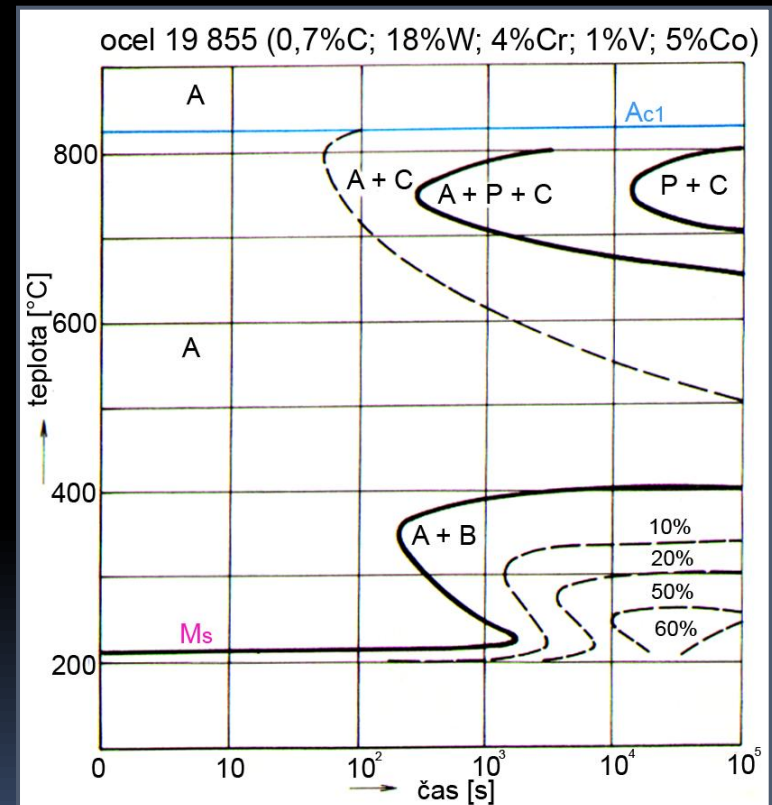
- **ocel normalizovaná**
- **ocel zušlechtěná**
  - vysoká mez kluzu  $R_e$
  - vysoká tažnost  $A_5$  (možnost vyššího zatížení)
  - vyšší vrubová houževnatost  $KC$  (odolnost proti rázům)





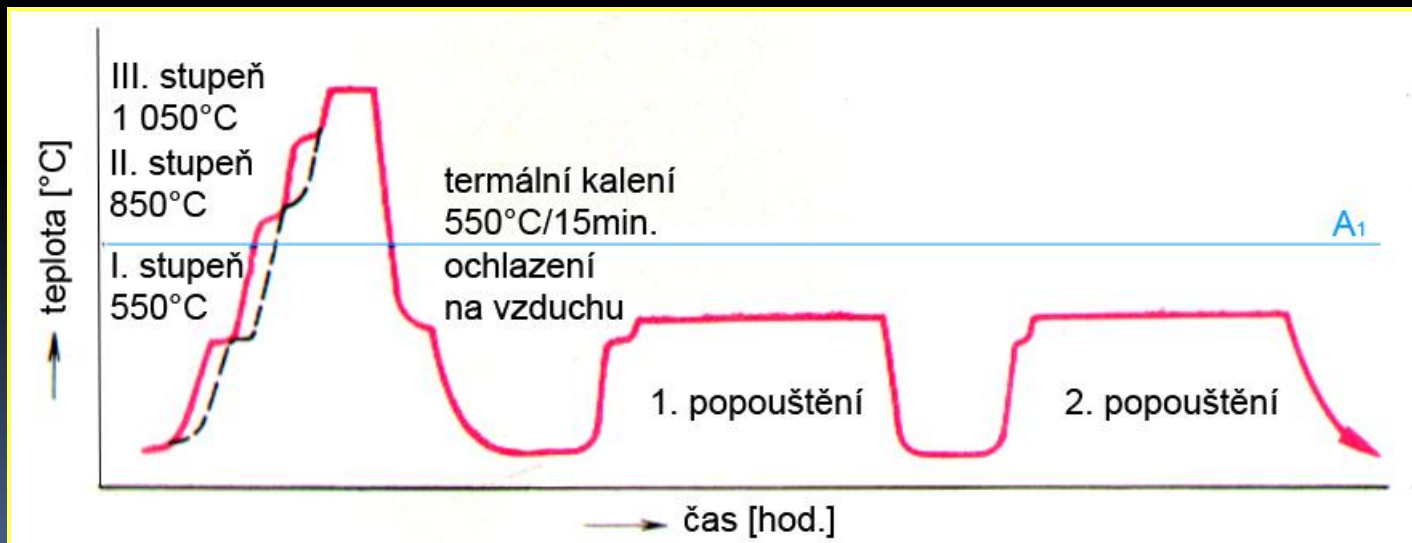
# TZP rychlořezných ocelí

- legující prvky (W, Cr, V, Mo, Co,...) klesá rozpustnost C v  $Fe_{\gamma}$
- **IRA diagram**
  - posun rozpadových křivek doprava
  - výrazné oddělení perlitické a bainitické přeměny



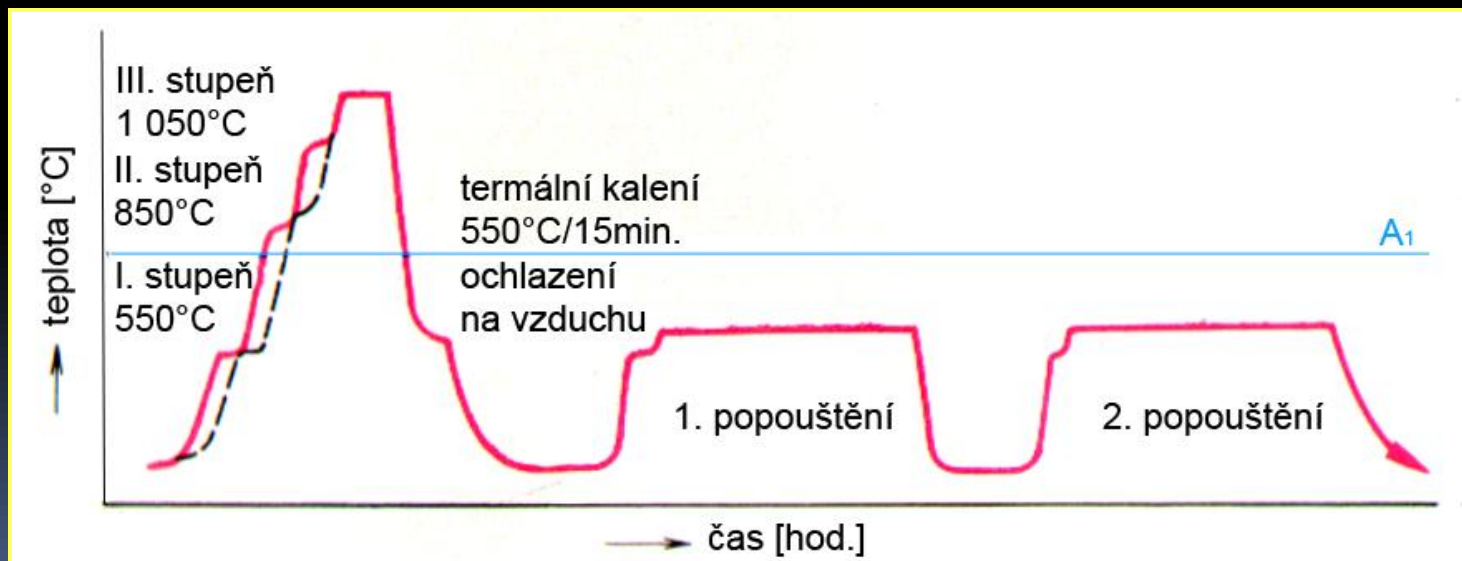
# TZP rychlořezných ocelí

- **ohřev** - ve dvou či třech stupních
  - I. vyrovnání teploty povrchu a jádra
  - II. vyrovnání strukturních pnutí
  - III. homogenizace austenituaustenitizace při teplotě  $\approx 50^\circ\text{C}$  pod solidem



# TZP rychlořezných ocelí

- **ochlazení** - olej 550°C  
- dochlazení na vzduchu
- **popouštění** - (2 či 3)x RO s W, Co  
při teplotě (540 až 590)°C s výdrží ≈ 2hod.



# Pece

- dvoukomorová pec
- horní zakládání - PKPP 2x180/12/85
- kalení a popuštění
  - max. teplota 1280°C
  - jedna dávka 40 kg

