



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DUM 10 téma: Předepisování tepelného zpracování

ze sady: 03 tematický okruh sady: Kreslení výrobních výkresů

ze šablony: 04_Technická dokumentace

Určeno pro :1. ročník

**vzdělávací obor: 26-41-M/01 Elektrotechnika
18-20-M/01 Informační technologie
23-41-M/01 Strojírenství**

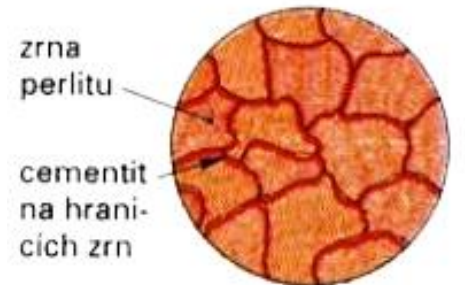
**Vzdělávací oblast: odborné vzdělávání
Metodický list/anotace: viz. VY_32_INOVACE_04310ml.pdf**

Předepisování tepelného zpracování

Co je tepelné zpracování (oceli a litiny)?

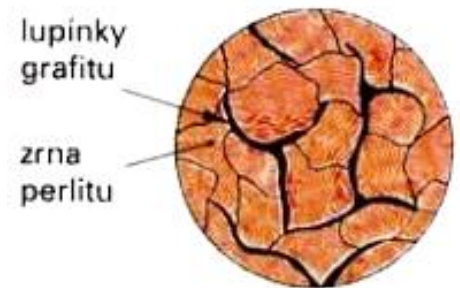
- ❑ Tepelné zpracování je změna struktury materiálu a tím i vlastností materiálu v důsledku změn teploty.
- ❑ Změna struktury závisí na:
 - velikosti teplotních změn
 - na rychlosti změn (na časovém průběhu)
- ❑ Mění se především tyto vlastnosti:
 - Tvrdost
 - Pevnost
 - Obrobitelnost
- ❑ Příčinou změn vlastností materiálu jsou změny struktury železa (Fe) a uhlíku (C)
- ❑ Rozdíl mezi ocelí a litinou je především v obsahu uhlíku:
 - Ocel 0,1 až 2,14 % C
 - Litina 2,14 až 6,67 % C

Ocel s 1,6 % uhlíku



perliticko-cementitová struktura

Litina s 3,5 % uhlíku



lupinky grafitu v perlitické struktuře

Předepisování tepelného zpracování

Proč požadujeme tepelné zpracování?

1. Zajistit určité specifické vlastnosti

- v celé součásti
- v části součásti

Toho lze dosáhnout:

- tepelným zpracováním (v celém průřezu materiálu)
- vytvrzováním povrchu (v povrchové vrstvě)

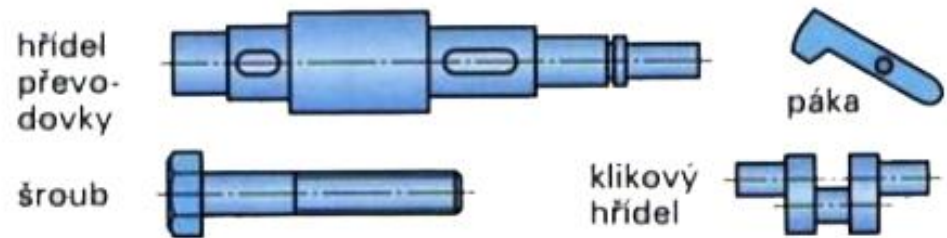
2. Zajistit požadovaný estetický vzhled povrchu

- „nejen funkčnost, ale i vzhled prodává“
- vzhledově narušená zařízení jsou ještě funkčně využitelné, klesá jejich prodejnost a stoupá možnost znehodnocení okolního prostředí.

Předepisování tepelného zpracování

Přehled způsobů tepelného zpracování u ocelí:

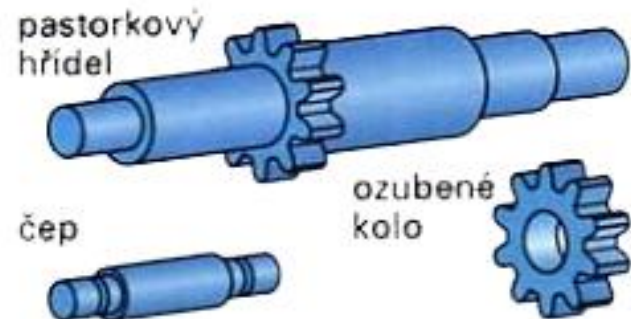
- Žíhání
- Kalení
- Zušlechtování



Zušlechtěné díly

Přehled způsobů vytvrzování povrchu:

- Povrchové kalení
- Cementování
- Nitridování
- Nitrocementování



Povrchově kalené díly s houževnatým jádrem

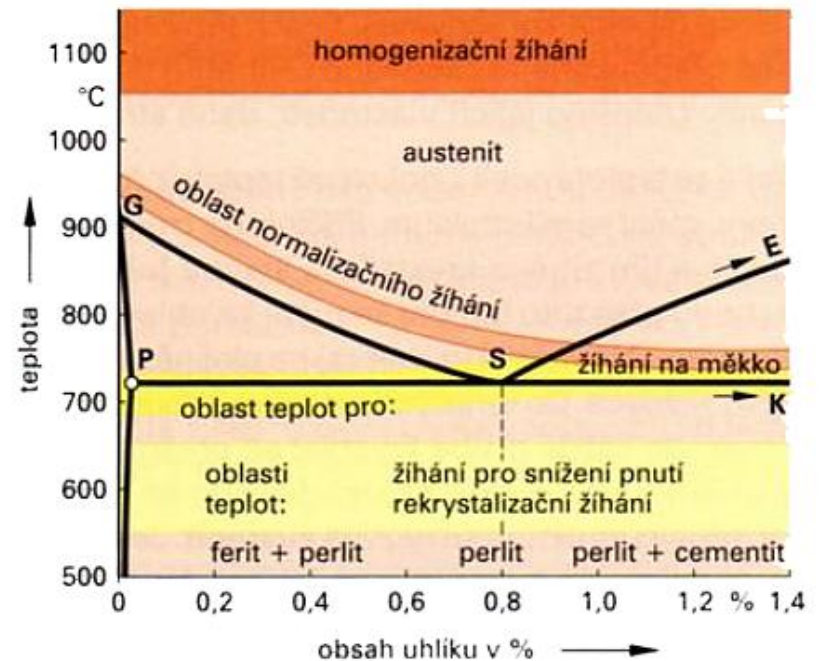
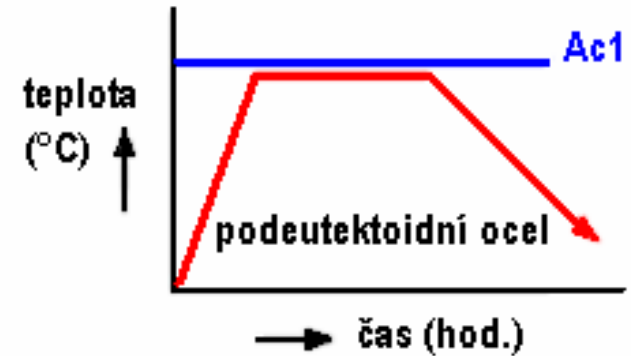
Předepisování tepelného zpracování

Žihání

□ Žihání je tepelné zpracování skládající se z pomalého ohřevu, setrvání na zvýšené teplotě a pomalého ochlazení

□ Druhy žihání (liší se výší teploty žihání a dobou žihání)

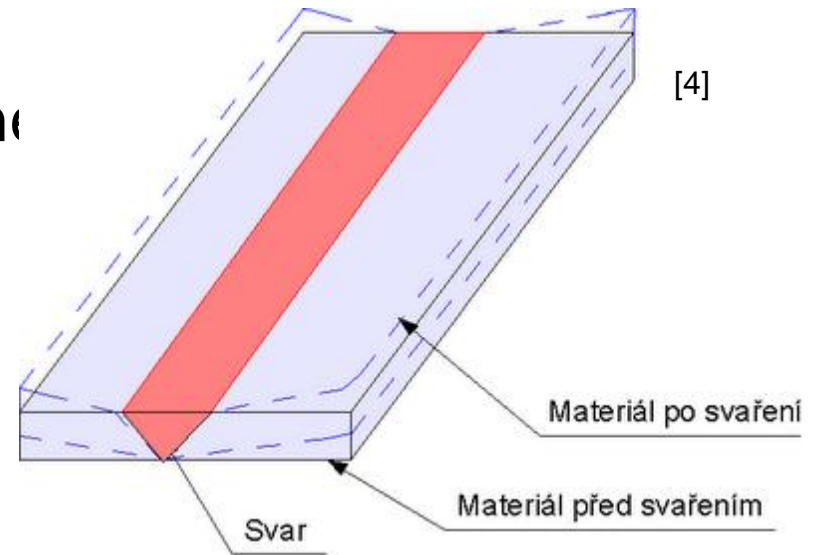
- Pro snížení pnutí
- Rekrystalizační
- Naměkko
- Normalizační
- Homogenizační



Oblasti žihacích teplot v rovnovážném diagramu železo-uhlík

Předepisování tepelného zpracování

- ❑ **Žihání pro snížení pnutí**
odstraní vnitřní pnutí způsobené nerovnoměrným chladnutím odlitku, válcováním, kováním nebo svařováním



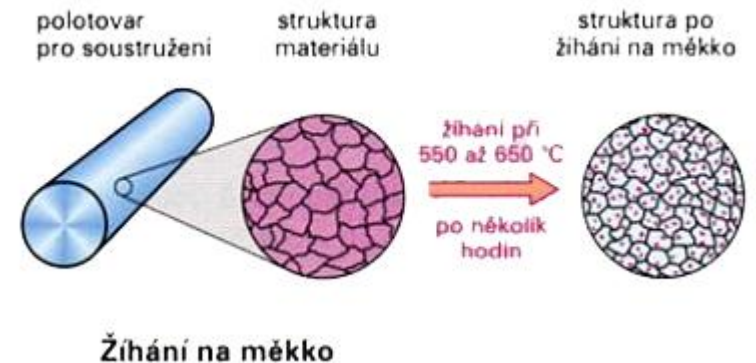
- ❑ **Rekrystalizační žihání (mezioperační žihání)**
používá se k odstranění nepravidelností krystalické mřížky, vzniklých tvářením zastudena



Předepisování tepelného zpracování

☐ Žihání naměkko

mění se struktura cementitu a tím se zlepší tvářitelnost a obrobitelnost oceli



☐ Normalizační žihání

odstraňuje nerovnoměrnou nebo hrubozrnnou strukturu



☐ Homogenizační žihání

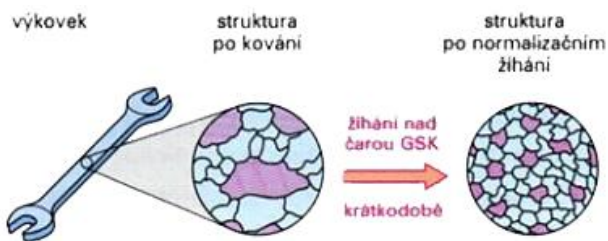
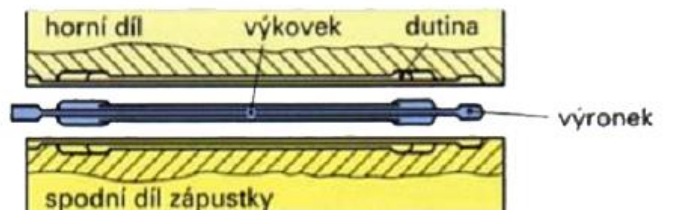
odstraňuje nerovnoměrnosti struktury v odlitcích

Předepisování tepelného zpracování

Zápis žíhání na výkrese

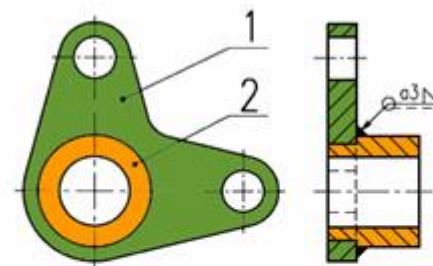
- Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem

Výroba klíče kováním



Normalizační žíhání

Svařování



PO SWAŘENÍ ŽIHÁNO NA ODSTRANĚNÍ PNUTÍ

Popisové pole



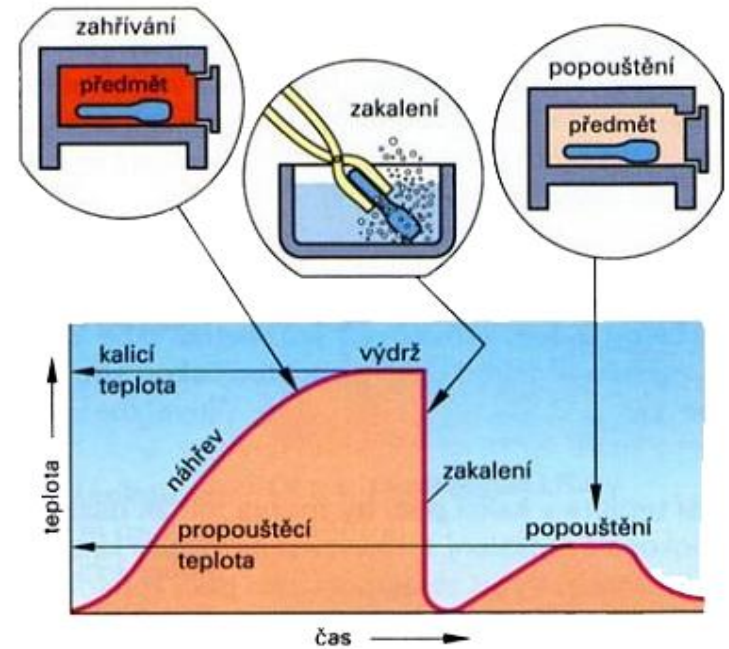
NORMALIZAČNĚ ŽIHÁNO

Popisové pole

Předepisování tepelného zpracování

Kalení

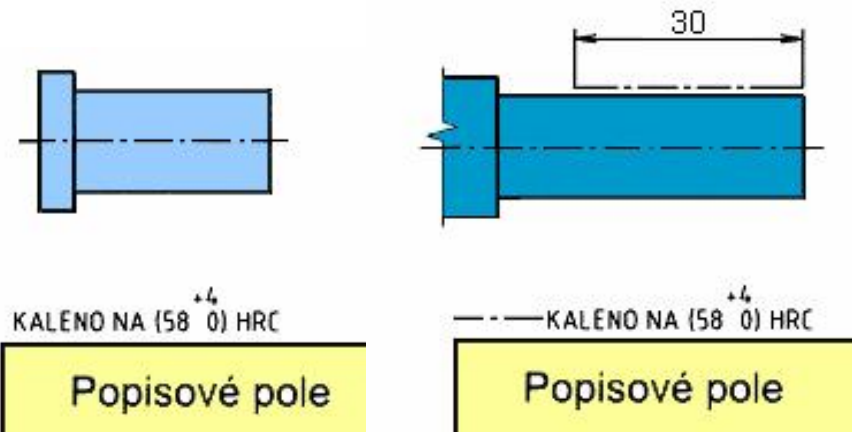
- ❑ Kalení je tepelné zpracování skládající se z ohřevu na kalící teplotu, setrvání na této teplotě do prohřátí celé součásti a poté prudkého ochlazení v chladicí lázni (voda, olej).
- ❑ Kalením se zvyšuje tvrdost a odolnost proti otěru



Časový průběh teploty při kalení

❑ Zápis kalení na výkrese

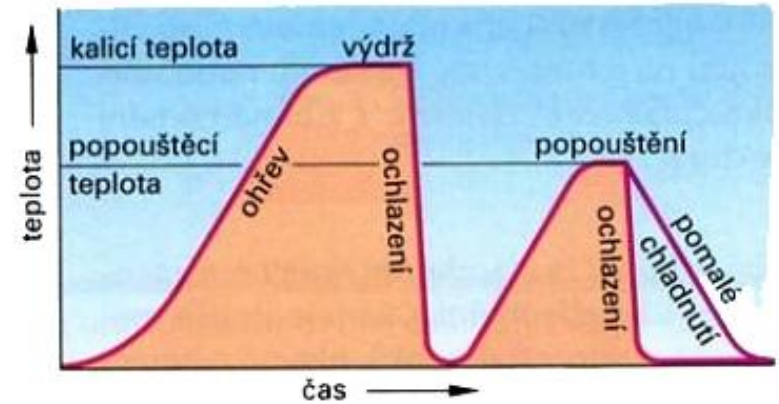
- ❑ Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem
 - Kalena je celá součást
 - Kalena je jen část součásti



Předepisování tepelného zpracování

Zušlechťování

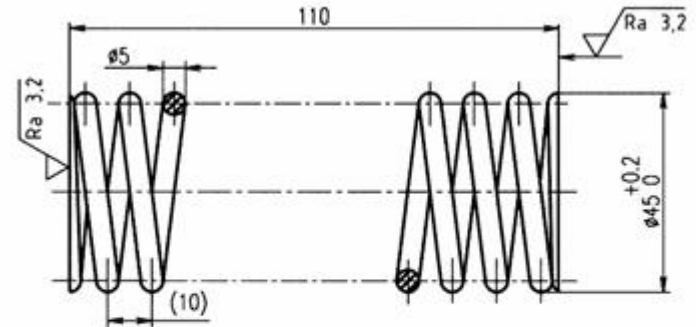
- ❑ Zušlechťování ocelí je kalení a následné popouštění na vyšší teploty
- ❑ Zušlechťováním získávají ocelové díly velkou pevnost a houževnatost



Průběh teplot při zušlechťování

❑ Zápis zušlechťování na výkrese

- Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem



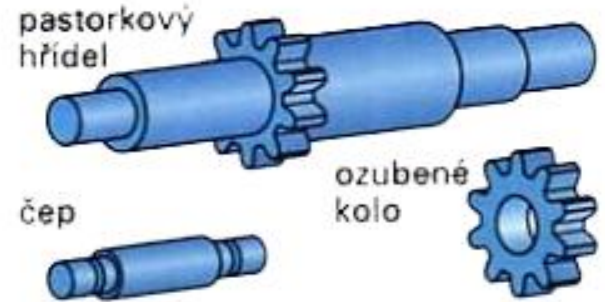
ZUŠLECHTĚNO NA 1600 – 1750 Mpa

Popisové pole

Předepisování tepelného zpracování

Povrchové kalení

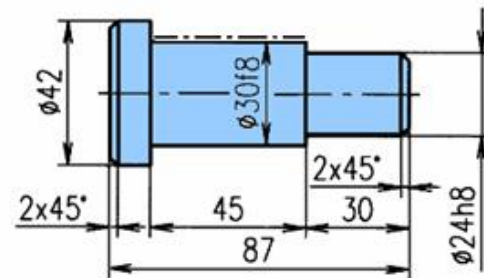
- ❑ Při povrchovém kalení je zakalena pouze tenká povrchová vrstva součásti, jádro zůstává nezakaleno
- ❑ Povrchovým kalením se získává tvrdý otěruvzdorný povrch a houževnaté jádro



Povrchově kalené díly s houževnatým jádrem

❑ Zápis povrchového kalení na výkrese

- Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem



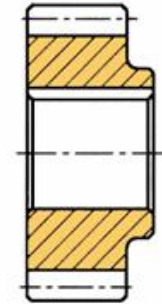
---POVRCHOVÉ KALENO NA 620 ± 100 HV, FHD=3 $\begin{matrix} +0,5 \\ 0 \end{matrix}$

Popisové pole

Předepisování tepelného zpracování

Cementování

- ❑ Cementování je nasycování povrchu oceli uhlíkem a následné kalení
- ❑ Cementováním se vytvoří tvrdý povrch součásti

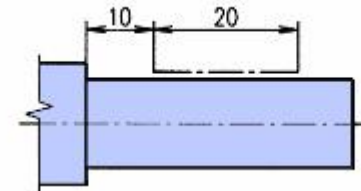


ZUBY CEMENTOVÁNY A KALENY NA $(58 \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix})$ HRC, CHD = $0,6 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix}$

Popisové pole

❑ Zápis cementování na výkrese

- Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem



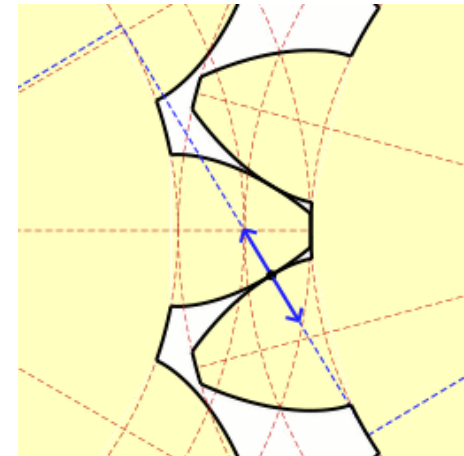
--- CEMENTOVÁNO A KALENO NA $(58 \begin{smallmatrix} +4 \\ 0 \end{smallmatrix})$ HRC, CHD = $0,6 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix}$

Popisové pole

Předepisování tepelného zpracování

Nitridování

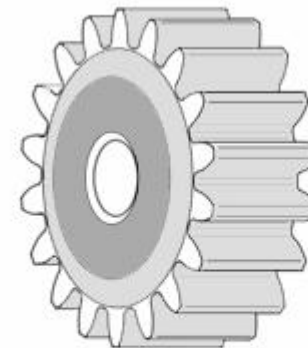
- ❑ Nitridování je nasycování povrchu oceli dusíkem a tím vytváření tvrdé povrchové vrstvy bez nutnosti kalení
- ❑ Nitridováním se vytvoří tvrdý povrch součásti



[3]

❑ Zápis nitridování na výkrese

- Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem



[5]

ZUBY NITRIDOVANY NA 70 ± 5 HRC, $NHD=0,8 \pm 0,4$

Popisové pole

Předepisování tepelného zpracování

Seznam použité literatury:

- [1] KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT. *Technické kreslení*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 252 s. ISBN 80-251-0498-2.
- [2] DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2007, Tepelné zpracování ocelí 277-289. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [3] http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Involute_wheel.gif
- [4] <http://strojirenstvi-stredni-skola.blogspot.cz/2011/03/3952-svarova-pnuti-deformace.html>
- [5] http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Spur_Gear_12mm,_18t.svg