evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
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

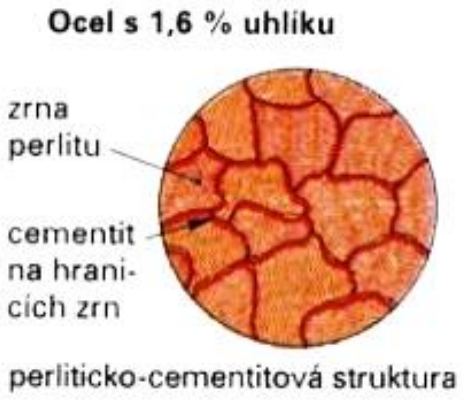
vzdělávací obor: 26-41-M/01 Elektrotechnika
18-20-M/01 Informační technologie
23-41-M/01 Strojírenství

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



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)

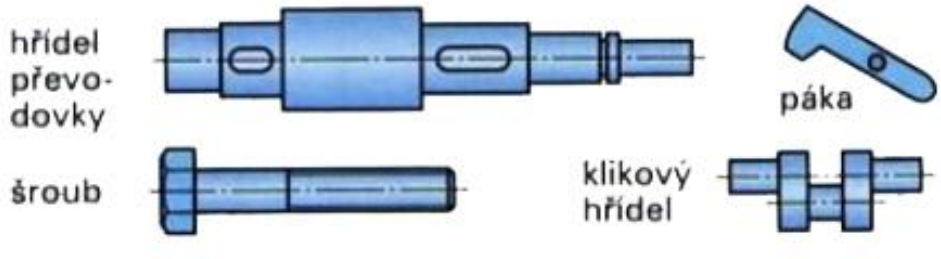
2. Zajistit požadovaný estetický vzhled povrchu

- „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:

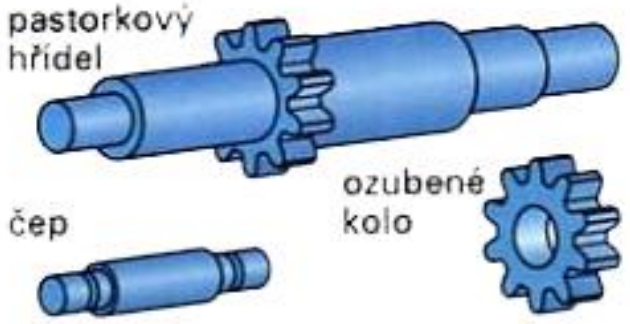
- Žíhání
- Kalení
- Zušlechťování



Zušlechtěné díly

Přehled způsobů vytvrzování povrchu:

- Povrchové kalení
- Cementování
- Nitridování
- Nitrocementování

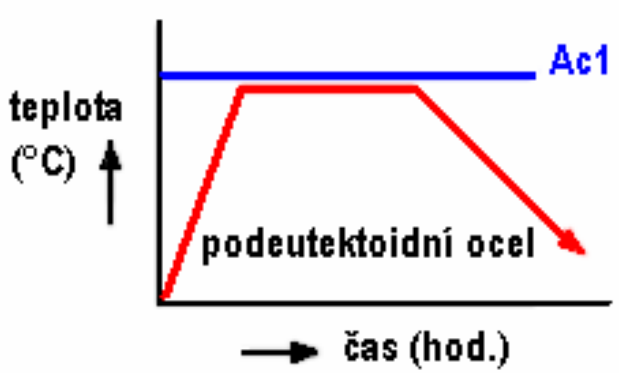


Povrchově kalené díly s houževnatým jádrem

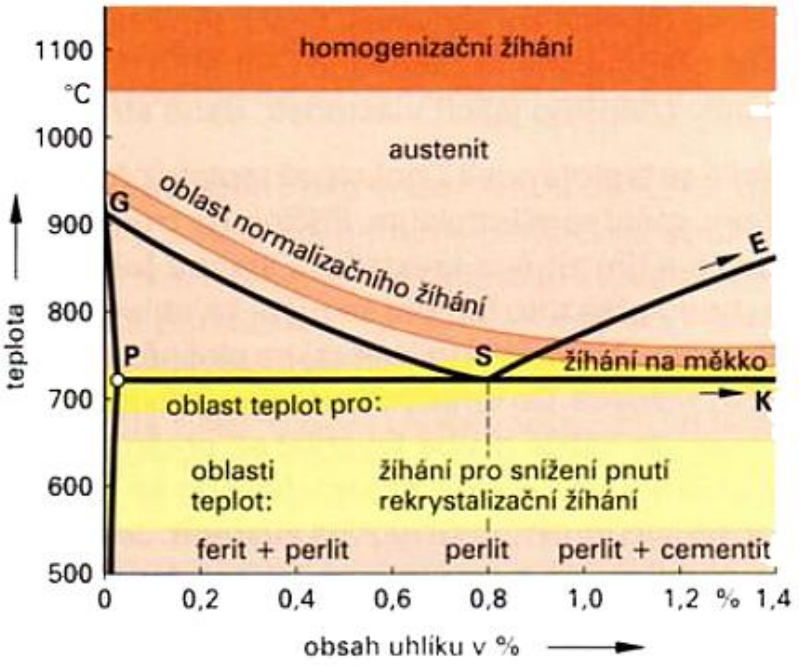
Předepisování tepelného zpracování

Žíhání

- **Žíhání je tepelné zpracování skládající se z pomalého ohřevu, setrvání na zvýšené teplotě a pomalého ochlazení**



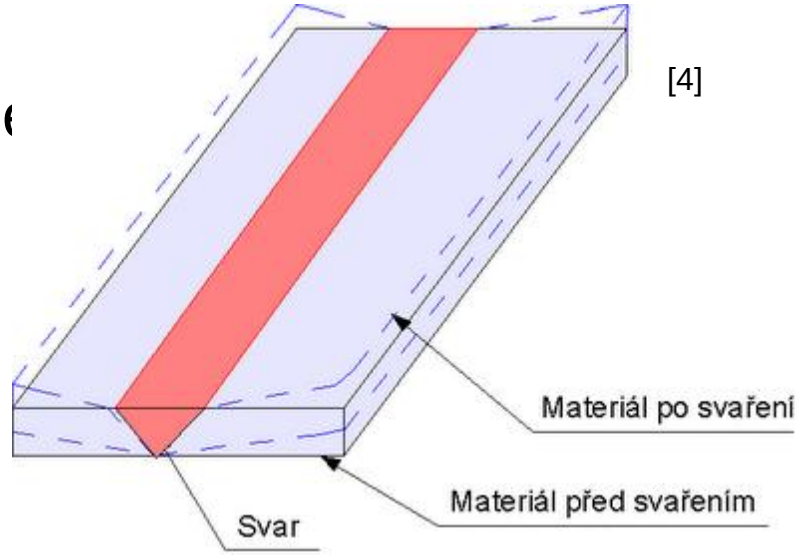
- **Druhy žíhání** (liší se výší teploty žíhání a dobou žíhání)
  - Pro snížení pnutí
  - Rekrystalizační
  - Naměkko
  - Normalizační
  - Homogenizační



Oblasti žíhacích teplot v rovnovážném diagramu železo–uhlík

Předepisování tepelného zpracování

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



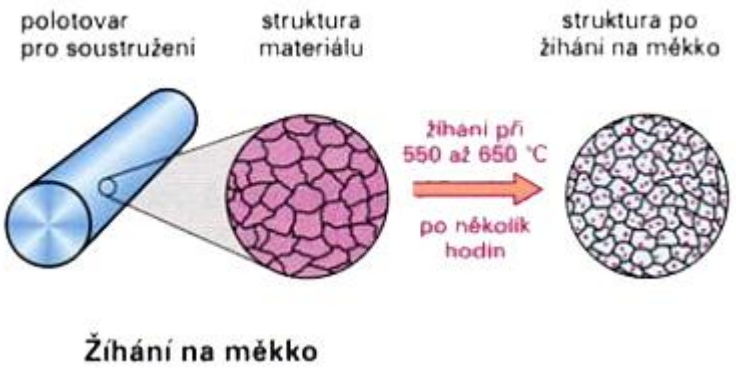
[4]

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

Rekrystalizační žíhání

Předepisování tepelného zpracování

- **Žíhání naměkko**
  mění se struktura cementitu a tím se zlepší tvářitelnost a obrobitelnost oceli



Žíhání na měkko

- **Normalizační žíhání**
  odstraňuje nerovnoměrnou nebo hrubozrnnou strukturu

Normalizační žíhání

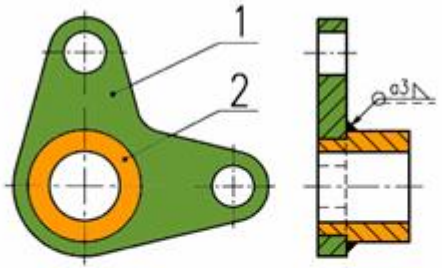
- **Homogenizační žíhání**
  odstraňuje nerovnoměrnosti struktury v odlitcích

Předepisování tepelného zpracování

Zápis žíhání na výkrese

- Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem

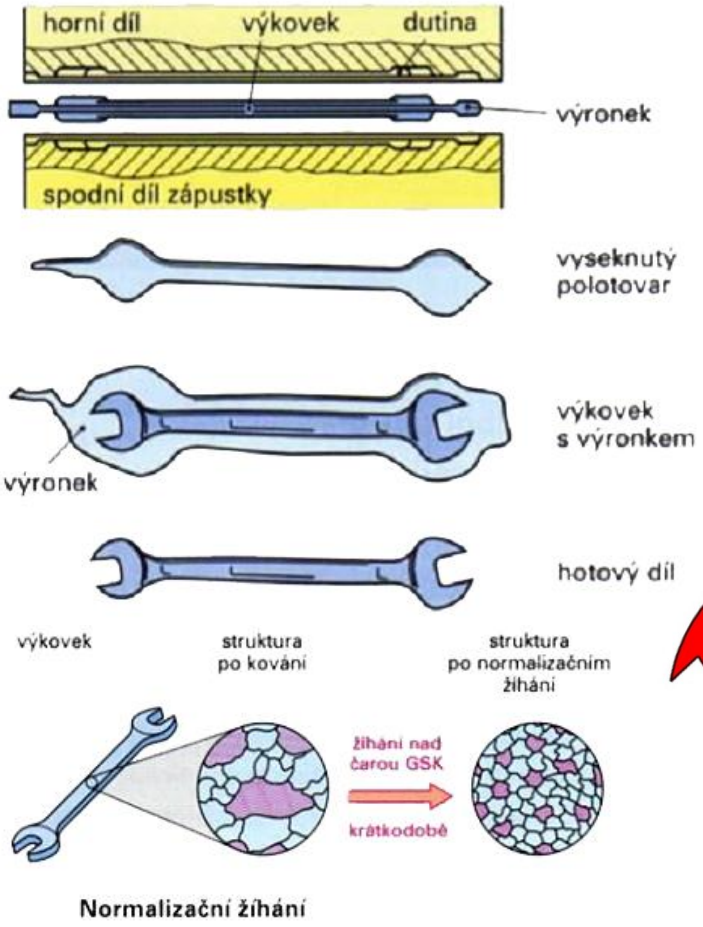
Svařování



PO SVAŘENÍ ŽÍHÁNO NA ODSTRANĚNÍ PNUTÍ

Popisové pole

Výroba klíče kováním



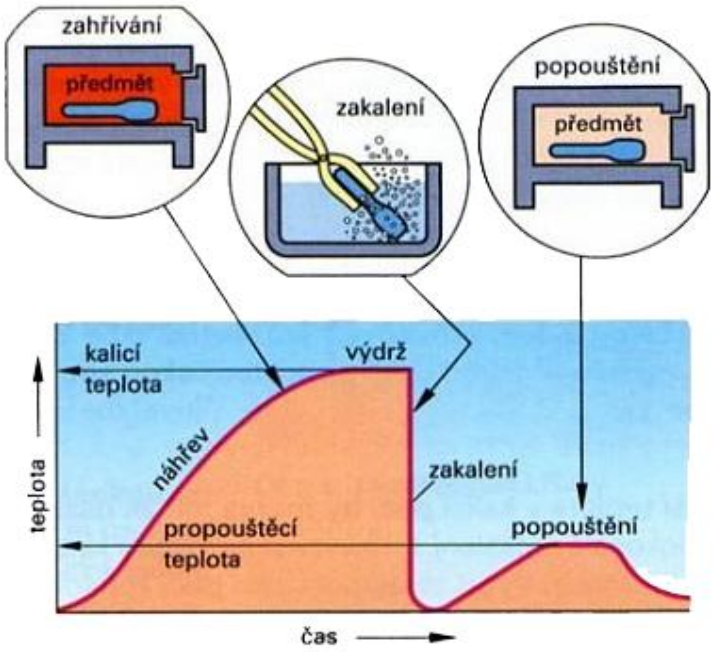
NORMALIZAČNĚ ŽÍHÁNO

Popisové pole

Předepisování tepelného zpracování

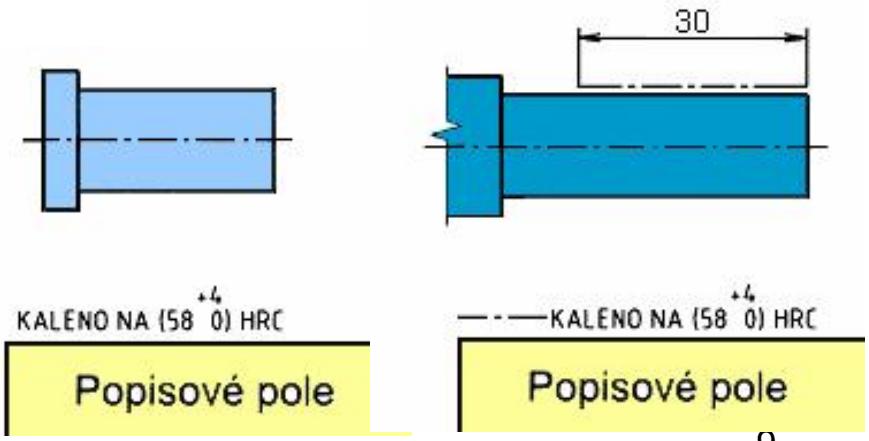
Kalení

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



Časový průběh teploty při kalení

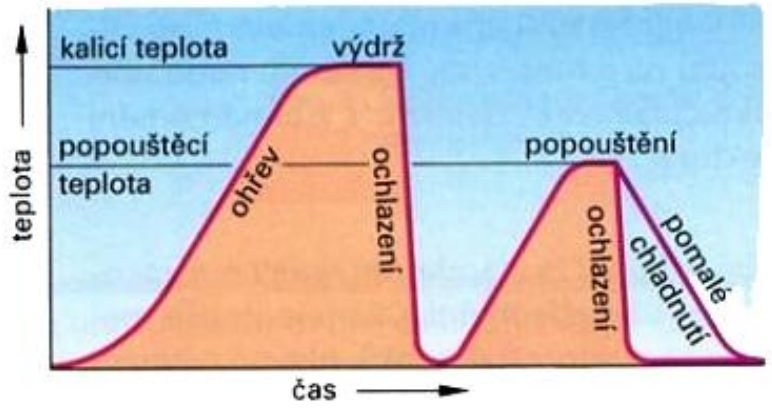
- **Zápis kalení na výkrese**
- Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem
  - Kalena je celá součást
  - Kalena je jen část součásti



Předepisování tepelného zpracování

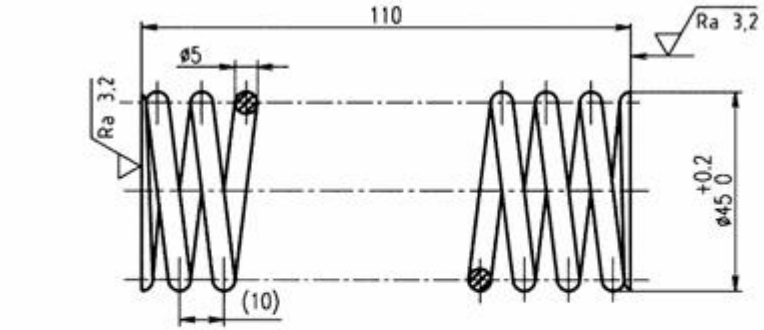
Zušlechťování

- 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



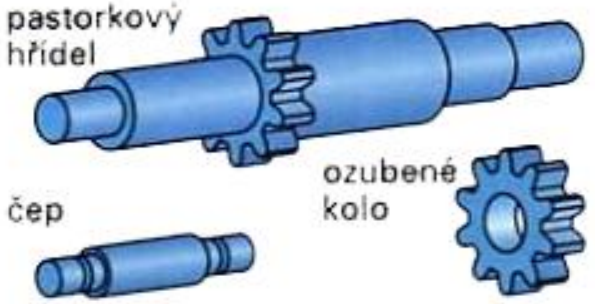
ZUŠLECHTĚNO NA 1600 – 1750 Mpa

Popisové pole

Předepisování tepelného zpracování

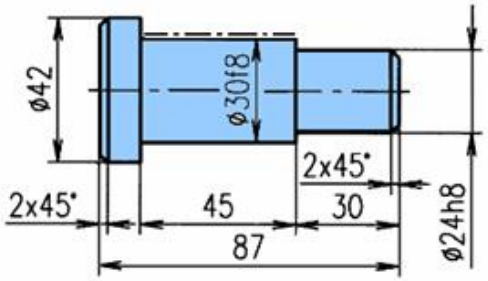
Povrchové kalení

- 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



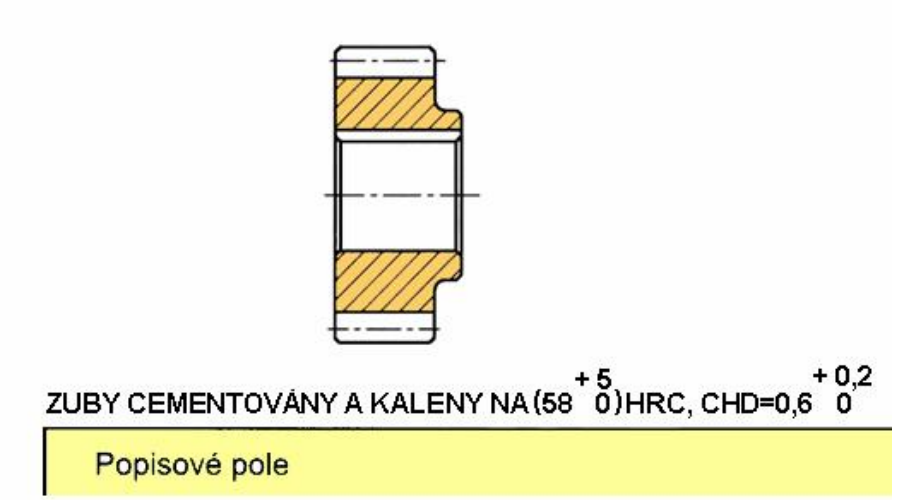
—·—·— POVRCHOVĚ KALENO NA 620 ± 100 HV, FHD=3 $^{+0,5}_{0}$

Popisové pole

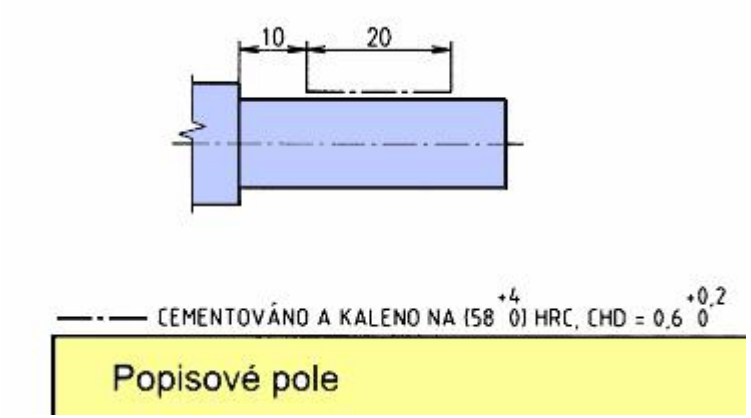
Předepisování tepelného zpracování

Cementování

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



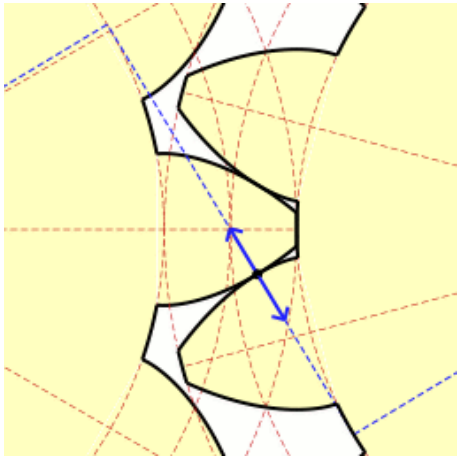
- **Zápis cementování na výkrese**
  - Uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem



Předepisování tepelného zpracování

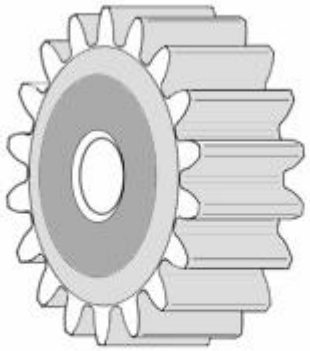
Nitridování

- 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 ± 0,4

Popisové pole

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