



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252 796

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 18 02 86  
(21) PV 1103 - 86, R

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
C 21 D 9/32

(40) Zveřejněno 12 02 87

(45) Vydáno 30.4.1989

(75)

Autor vynálezu

BYSTRICKÝ JOSEF ing., CSc.,  
FRÁNA JAN ing.,  
ŠLÉDR FRANTIŠEK ing., PLZEŇ

(54)

Způsob povrchového tvrzení ozubených kol,  
zejména talířových

Účelem řešení je omezit vznik deformací a objemových změn při povrchovém tvrzení ozubených kol na minimum. Podstata řešení spočívá v tom, že nacementované ozubené kolo se po místním ohřevu zubů na kalici teplotu ochlazuje rychlostí 0,25 až 0,55 °C.sec<sup>-1</sup> do teploty 730 až 640 °C, dále pak rychlostí 2,75 až 4,15 °C.sec<sup>-1</sup> do teploty 250 °C, s dochlazením rychlostí 0,08 až 0,20 °C.sec<sup>-1</sup> do teploty 80 °C.

Vynález se týká způsobu povrchového tvrzení ozubených kol, zejména talířových.

Až dosud se ozubená kola, například talířová, k zajištění vysoké únosnosti povrchově ztvrdzují cementováním a kalením, nebo nitridováním, povrchovým, popřípadě objemovým kalením.

Hlavním nedostatkem cementování a kalení jsou deformace, které v průběhu procesu vznikají a nedají se třískovým opracováním zubů odstranit. Dochází k nesprávnému sezení zubů, které se projevuje zvýšeným hlukem a vibracemi převodu. Výsledkem je poškození zubů jejich předčasným vylomením. Nedostatkem nitridování je nízké dovolené kontaktní namáhání, neumožňující proces aplikovat u talířových kol větších modulů, přenášejících velké krouťící momenty. Povrchové kalení talířových ozubených kol je možné aplikovat jen v případech, nejedná-li se o provoz s dynamických zatěžováním. Jinak je nebezpečí vážných havarií v důsledku vylamování zubů, které jsou zakaleny v celém objemu až pod patní kružnici. Objemové kalení talířových ozubených kol je možné aplikovat jen v případech provozu bez rázů a přetěžování. Objemové kalení talířových ozubených kol je podmíněno použitím speciálních vysocelovaných ocelí s dobrou kalitelností a prokalitelností. Další nevýhodou jsou deformace při kalení a nízké plastické vlastnosti plně prokalených zubů.

Nevýhody dosavadních způsobů ztvrdzování ozubených kol odstraňuje způsob povrchového tvrzení ozubených kol, zejména talířových, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že nacementované ozubené kolo se po místním ohřevu zubů na kalicí teplotu ochlazuje rychlostí  $0,25$  až  $0,55^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}^{-1}$  do teploty  $730$  až  $640^{\circ}\text{C}$ , dále pak rychlostí  $2,75$  až  $4,15^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}^{-1}$  do teploty  $250^{\circ}\text{C}$ , s dochlazením rychlostí  $0,08$  až  $0,20^{\circ}\text{C} \cdot \text{sec}^{-1}$  do teploty  $80^{\circ}\text{C}$ .

Hlavní předností způsobu povrchového tvrzení ozubených kol podle vynálezu je vznik pouze minimálních deformací a objemových změn, kterým je celá technologie podřízena.

Mezi další přednosti patří vysoká povrchová tvrdost nacementované a zakalené vrstvy, vysoká pevnost základního materiálu a jeho dobré plastické vlastnosti.

Způsob povrchového tvrzení podle vynálezu byl uplatněn u talířového kola o největším průměru 940 mm, modulu 14,226 mm, šířce 150 mm, zhotoveného z chromniklmolybdenové oceli, o hmotnosti 460 kg. Cementování talířového kola se provede v šachtové cementační peci. Cementuje se při teplotě  $900^{\circ}\text{C}$ , prodleva na teplotě 14 až 18 hodin, hloubka nauhličené vrstvy 1,5 až 1,8 mm. Po vychlazení z cementační teploty následuje žíhání na měkko při teplotě  $640$  až  $660^{\circ}\text{C}$ , prodleva 8 hodin. Po třískovém odstranění cementační vrstvy z nefunkčních ploch a zhotovení závitových otvorů se provede kalení. Před kalením se talířové kolo spojí s podložkou šrouby a za rotace se pomocí hořáků lokálně ohřejí zuby až do oblasti patní kružnice. Po dosažení kalicí teploty, tj.  $810$  až  $840^{\circ}\text{C}$  se talířové kolo ochladí na klidném vzduchu do teploty zubů  $680^{\circ}\text{C}$ , pak následuje intenzivní ochlazení vodní mlhou až do teploty povrchu zubů  $250^{\circ}\text{C}$ , tj. počátku martenzitické přeměny nauhličené vrstvy. Při této teplotě je ochlazování vodní mlhou přerušeno a následuje ochlazování tlakovým vzduchem až do teploty  $80^{\circ}\text{C}$ . Operace popouštění se provede při teplotě  $200^{\circ}\text{C}$  s prodlevou 8 hodin. Povrchová tvrdost boků i paty ozubeného kola se pohybuje v rozmezí 56 až 60 HRc, při hloubce vrstvy 1,5 mm, mez pevnosti základního materiálu zubu je minimálně 1050 MPa, mez kluzu 800 MPa, tažnost minimálně 15 %, kontrakce 40 %, nejmenší vrubová houževnatost  $80 \text{ J.cm}^{-2}$ . Hodnoty dovolené trvalé pevnosti v ohybu a otlačení jsou na úrovni cementovaného a kaleného ozubeného kola. Největší házivost je v radiálním směru 0,03 mm. V axiálním směru do 0,05 mm.

Způsob povrchového tvrzení ozubených kol podle vynálezu lze využít i pro oceli k povrchovému a objemovému kalení.

## P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob povrchového tvrzení ozubených kol, zejména talířových, vyznačený tím, že nacementované ozubené kolo se po místním ohřevu zubů na kalicí teplotu ochlazuje rychlostí  $0,25$  až  $0,55^{\circ}\text{C.sec}^{-1}$  do teploty  $730$  až  $640^{\circ}\text{C}$ , dále pak rychlostí  $2,75$  až  $4,15^{\circ}\text{C.sec}^{-1}$  do teploty  $250^{\circ}\text{C}$ , s dochlazením rychlostí  $0,08$  až  $0,20^{\circ}\text{C.sec}^{-1}$  do teploty  $80^{\circ}\text{C}$ .