ČESKÁ A SLOVENSKÁ FEDERATIVNÍ REPUBLIKA
(19)

FEDERÁLNÍ ÚŘAD PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

272 696

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl. [5]
C 21 D 9/32

(21) PV 1911-89. R
(22) Přihlášeno 29 03 89

(40) Zveřejněno 14 05 90
(45) Vydáno 25 11 91

(75) Autor vynálezu
BYSTŘICKÝ JOSEF ing. CSc.,
HUCL JOSEF,
PALÍK FRANTIŠEK ing. CSc., PLZEŇ

(54) Způsob ochlazování zubů ozubených kol o modulu větším než 8 mm

(57) Řešení se týká způsobu ochlazování zubů ozubených kol. Zuby jsou indukčně austenitizovány na kalicí teplotu: Oblast patní kružnice je ochlazována vzduchem při tlaku 0,1 až 0,3 MPa v množství $Q_1 = m.(25.10^{-5}$ až $12,5.10^{-4})$ /$m^3.s^{-1}$/. Ostatní povrch zubové mezery je diferenciálně ochlazován vodou o teplotě 280 až 330 °K při tlaku 0,1 až 0,3 MPa a množství $Q_2 = m.(8.10^{-6}$ až $1.10^{-4})$ /$m^3.s^{-1}$/.

Vynález se týká způsobu ochlazování mezerově indukčně na kalicí teplotu ohřátých ozubených kol o modulu větším než 8 mm. Vynález spadá do oboru tepelného zpracování kovů.

V současné době se ozubená kola po indukčním mezerovém ohřevu povrchově kalí vodou, nebo tlakovým vzduchem. Kalicí voda nebo vzduch jsou přiváděny do zubové mezery soustavou trysek nebo štěrbin tak, že není rozdílu mezi intenzitou ochlazování od vnějšího zdroje mezi hlavovou a patní kružnicí ozubeného kola.

Nevýhodou dosavadních způsobů ochlazování indukčně na kalicí teplotu ohřátých zubových mezer ozubených kol je nebezpečí vzniku transformačních pnutových trhlin při ochlazování vodou, nebo nižší povrchová tvrdost a vysoká cena základního materiálu při aplikaci ochlazování tlakovým vzduchem.

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob ochlazování mezerově indukčně na kalicí teplotu austenitizovaných zubových mezer ozubených kol o modulu větším než 8 mm podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že oblast patní kružnice je ochlazována vzduchem při tlaku 0,1 až 0,3 MPa v množství $Q_1 = m.(25.10^{-5}$ až $12,5.10^{-4})$ /$m^3.s^{-1}$/, ostatní povrch zubové mezery je diferenciálně ochlazován vodou o teplotě 280 až 330 °K pomocí soustavy trysek proměnlivého průřezu, přičemž množství vody přiváděné do zbytku zubové mezery při tlaku 0,1 až 0,3 MPa je $Q_2 = m.(8.10^{-6}$ až $1.10^{-4})$ /$m^3.s^{-1}$/.

Podstata vynálezu vychází z poznání, že indukčně ohřátá zubová mezera ozubeného kola má v důsledku specifického tvaru zubu rozdílné nároky na ochlazování vnějším zdrojem v jednotlivých jejích částech.

Minimální množství tepla je potřebné vnějším zdrojem odvést z oblasti patní kružnice, kde převládá ochlazování austenitizované vrstvy vedením do základního materiálu.

Tato partie zubu je ochlazována tlakovým vzduchem. Maximální množství tepla je nutné odvést z oblasti roztečné kružnice. Zde se ochlazuje maximálním množstvím vody. Nižší nároky na odvod tepla vnějším zdrojem má oblast hlavové kružnice, kde v důsledku radiace tepla do okolního prostoru se sice ochlazuje vodou, ale tryskami o menším průřezu, než je tomu v oblasti roztečné kružnice. Přitom množství vody a vzduchu je voleno tak, že transformace austenitu na martenzit probíhá v dané rovině ochlazování nejdříve v oblasti mezi roztečnou a hlavovou kružnicí a posléze v oblasti patní kružnice. To má za následek minimalizaci deformací profilu ozubeného kola a s tím spojené i nižší vnitřní pnutí. Pokud se při aplikaci dosavadních postupů mezerového indukčního kalení vyskytovaly transformační trhliny, bylo to převážně v oblasti patní kružnice. Byl-li jejich směr rovnoběžný s osou zubu, znamenaly vždy iniciaci únavových lomů, popřípadě havárii převodovek. Způsob ochlazování podle vynálezu výrazně zpomaluje rychlost ochlazování v intervalu Ms→Mf a tím zcela vylučuje existenci transformačních pnutových trhlin. Optimalizovaný směr paprsku vodních a vzduchových trysek zabezpečuje, že v okamžiku ohřevu induktorem proběhne ochlazení po určité prodlevě, jejímž smyslem je snížit povrchovou teplotu, gradient teploty ve vrstvě a ve svém výsledku přispět k potlačení vzniku kalicích trhlin. Vhodně směrovaný proud kalícího vzduchu v oblasti patní kružnice nedovolí volné smáčení povrchu vodou již zakalené vrstvy tak, jak je tomu u současných kalících komůrek.

Příkladem způsobu podle vynálezu je kalení ozubeného pastorku z převodovky elektrické lokomotivy, jehož hlavový průměr je 566 mm, šířka ozubení 120 mm, modul 12 mm, ozubení přímé. Pastorek je zhotoven z oceli ČSN 415241, jako předběžné tepelné zpracování bylo aplikováno zušlechtění na tvrdost 240 HB. Induktorem tvaru rovnoramenného lichoběžníka se povrch zubové mezery ohřeje na kalicí teplotu 880 až 940 °C do hloubky 2 až 4 mm. Výkon kalicího stroje je dán napětím 360 V a proudem 150 A, posuv induktoru zubovou mezerou 10 mm. $.s^{-1}$. Množství vzduchu přiváděného do prostoru patní kružnice je $8.10^{-4}$ /$m^3.s^{-1}$/, při tlaku ve vstupním potrubí 0,20 MPa. Množství vody o teplotě 310 °K přiváděné do ochlazovací komůrky pod tlakem 0,25 MPa je $4.10^{-4}$ /$m^3.s^{-1}$/. Po zakalení následuje bezprostředně popuštění na teplotu 180 °C s prodlevou 6 hod. Tvrdost boků zubů je v rozmezí 54 až 56 HRc.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob ochlazování zubů ozubených kol o modulu větším než 8 mm indukčně austenitizovaných na kalicí teplotu, vyznačující se tím, že oblast patní kružnice je ochlazována vzduchem při tlaku 0,1 až 0,3 MPa v množství $Q_1$ = m.(25.$10^{-5}$ až 12,5.$10^{-4}$) /$m^3.s^{-1}$/, ostatní povrch zubové mezery je diferenciálně ochlazován vodou o teplotě 280 až 330 $^{o}$K pomocí soustavy trysek proměnlivého průřezu, přičemž množství vody přiváděné do zbytku zubové mezery při tlaku 0,1 až 0,3 MPa je Q = m.(8.$10^{-6}$ až 1.$10^{-4}$) /$m^3.s^{-1}$/.