



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

241 267

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 10 09 82
(21) PV 6546-82

(51) Int. Cl. 4

G 01 N 27/00

(40) Zveřejněno 22 08 85

(45) Vydáno 01 09 87

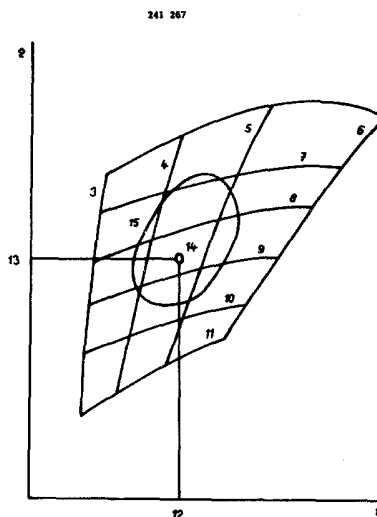
(75)
Autor vynálezu

LIŠKUTÍNOVÁ MARIE prom.fyz.;
HRADIL FRANTIŠEK ing.CSc., BRNO

(54)

Způsob kontroly tepelného zpracování
ložiskové oceli

Způsob kontroly tepelného zpracování ložiskové oceli podle vynálezu se týká zejména hotových součástí valivých ložisek. Pro určení austenitizační a popouštěcí teploty je využito závislosti velikosti měrného elektrického odporu a velikosti koercitivní intenzity magnetického pole na teplotě austenitizace a teplotě popouštění součástí z ložiskové oceli. Na součásti ložisek se působí nejdříve stejnosměrným elektrickým proudem a následně magnetickým polem nebo obráceně, přičemž se provádí měření jednak velikosti měrného elektrického odporu a jednak velikosti koercitivní intenzity magnetického pole. Pro kontrolu správnosti provedeného tepelného zpracování se vymezí oblast hodnot obou měřených veličin, tedy hodnot měrného elektrického odporu a hodnot koercitivní intenzity magnetického pole, odpovídající požadovanému postupu tepelného zpracování součástí valivých ložisek. Vynález lze uplatnit zejména ve výrobních podnicích valivých ložisek.



Vynález se týká způsobu kontroly tepelného zpracování ložiskové oceli, zejména hotových součástí valivých ložisek.

Dosavadní způsob kontroly tepelného zpracování hotových součástí valivých ložisek vyrobených z ložiskové oceli je založen na principu kontroly struktury materiálu metodou metalografických výbrusů, pozorováním na optickém mikroskopu a srovnáním pozorované struktury se strukturou snímků - etalonů, které označují tzv. přípustné a tzv. nepřípustné struktury. Tento způsob je pracný a zdlouhavý a navíc destruktivní, protože vyžaduje porušení součástí. Z kontrolované součásti valivého ložiska je třeba vyříznout vzorek, který se přesně popsaným způsobem vybrousí a vyleští, až se dosáhne předepsaná jakost povrchu, vzorek se pak dále předepsaným způsobem leptá a pozoruje optickým mikroskopem. V žádném případě nelze tedy použít tuto metodu jako výstupní kontrolu vyrobených součástí valivých ložisek, pouze jako dílčí namátkovou kontrolu.

Jiný způsob kontroly tepelného zpracování hotových součástí valivých ložisek, který je alespoň v některých případech nedestruktivní, je rentgenografická kontrola pomocí zjištění hodnoty obsahu zbytkového austenitu a obsahu uhlíku rozpuštěného v mřížce martenzitu. Znalost těchto dvou veličin umožňuje rozhodnout pouze kvalitativně, zda bylo kalení a popouštění součástí provedeno použitím správných teplot. Nejpoužívanější metodou kontroly tepelného zpracování je kontrola tvrdosti. Platnými normami je hodnota tvrdosti součástí vyrobených z ložiskové oceli omezena zejména co se týče spodní hranice. Na základě znalosti hodnoty tvrdosti lze tedy usuzovat na správnost provedení tepelného zpracování pouze kvalitativ-

ně a zcela orientačně. Existuje řada metod dílčí kontroly tepelného zpracování hotových součástí valivých ložisek vyrobených z ložiskové oceli i v průběhu jejich výroby na základě měření magnetických veličin. Pro aplikaci všech těchto metod je však nezbytně nutné mít k dispozici etalony, vzorové součásti se správně provedeným tepelným zpracováním. Jelikož však všechny tyto metody založené na magnetických měřeních nedopracují se nikdy ke znalosti absolutních hodnot fyzikálních veličin jako takových, pouze zjišťují k těmto veličinám hodnoty určitým způsobem a za určitých okolností úměrné, jejich výsledkem je pouze kvalitativní zhodnocení dané struktury, zda je vhodná či nikoliv, ale žádná podrobnější specifikace. Nedostatkem všech vyjmenovaných metod kontroly tepelného zpracování hotových součástí valivých ložisek vyrobených z ložiskové oceli je, že neumožňují ani přibližně určit výši použité teploty austenitizace a popouštění, že jsou ve většině případů destruktivní, v některých případech jde o velmi pracné a časově náročné postupy vhodné nanejvýš k laboratornímu použití a dále také, že některé z těchto metod jsou subjektivní a vyžadují pro správnou aplikaci značnou zkušenost pozorovatele.

Uvedené nedostatky odstraňuje v doposud největší známé míře způsob kontroly tepelného zpracování, zejména austenitizací a popouštěcí teploty u součástí valivých ložisek, zhotovených z ložiskové oceli, zahrnující vyhodnocení hodnot charakterizujících stupeň tepelného zpracování vůči etalonovým hodnotám příslušejícím požadovanému tepelnému zpracování součástí valivého ložiska podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že pro porovnání s etalonovými hodnotami se změří jednak velikost měrného elektrického odporu při průchodu stejnosměrného elektrického proudu součástí valivého ložiska a jednak hodnota koercitivní intenzity magnetického pole, vyvolaného v součásti zdrojem magnetického pole.

Způsob kontroly tepelného zpracování hotových součástí valivých ložisek vyrobených z ložiskové oceli podle vynálezu poskytuje ve srovnání se všemi dosud používanými způsoby kontroly objektivní informaci kvantitativního charakteru. Nevyžaduje destrukci součástí a je méně pracný a náročný na čas, než většina doposud používaných způsobů kontroly. Při jeho automa-

tizaci jej bude možné použít pro statistickou až stoprocentní výstupní kontrolu tepelného zpracování součástí valivých ložisek ve výrobních závodech.

Na přiloženém výkrese je graficky znázorněna závislost koercitivní intenzity magnetického pole na měrném elektrickém odporu.

Tato závislost byla zjištěna na vzorcích částí ložisek vyrobených z oceli tepelně zpracovaných kalením a popouštěním z různých austenitizačních a popouštěcích teplot. Na ose 1 jsou vyneseny hodnoty měrného elektrického odporu v desítkách jednotek $10^{-8} \Omega \cdot m$, rostoucí zleva doprava, na ose 2 jsou vyneseny hodnoty koercitivní intenzity magnetického pole v jednotkách $A \cdot cm^{-1}$, rostoucí zdola nahoru, křivky 3, 4, 5, 6 spojují body o stejné teplotě austenitizace, křivky 7, 8, 9, 10, 11 spojují body o stejné popouštěcí teplotě. Austenitizační teplota roste od křivky 3 směrem ke křivce 6, popouštěcí teplota roste od křivky 7 ke křivce 11. Graf lze použít pro kontrolu tepelného zpracování hotových součástí valivých ložisek vyrobených z ložiskové oceli, když se změří na součásti ložiska velikost měrného elektrického odporu a velikost koercitivní intenzity magnetického pole.

Příklad 1

Kroužek valivého ložiska je vyroben z ložiskové oceli. Byla na něm změřena hodnota měrného elektrického odporu, která odpovídá bodu 12 na ose 1 a hodnota koercitivní intenzity magnetického pole, odpovídající bodu 13 na ose 2. Průsečík 14 přímky vedené z bodu 12 rovnoběžně s osou 2 a přímky vedené z bodu 13 rovnoběžně s osou 1 určuje teplotu austenitizace v rozmezí hodnot 4 a 5 a teplotu popouštění v rozmezí hodnot 8 a 9. Při kontrole tepelného zpracování součástí z ložiskové oceli se postupuje tak, že se nejprve na součásti valivého ložiska z ložiskové oceli změří jednak velikost měrného elektrického odporu, jednak velikost koercitivní intenzity magnetického pole. Potom se vymezí oblasti tzv. "správně a nesprávně tepelně zpracovaných struktur" na základě požadovaného tepelného zpracování, jejichž rozhraním je čára 15.

Příklad 2

Konvenční tepelné zpracování kroužků a valivých těles ložisek se provádí kalením z teploty 840°C, prodleva na teplotě se volí s ohledem na tloušťku stěny, a popouštění 170°C/1 hod. S ohledem na přesnost měření, danou přesností použité měřicí metody a aparatury a dále na statistický rozptyl výsledků je možné vymezit oblast správně tepelně zpracovaných struktur pro ocel ČSN 41 4109 takto:

$$\begin{aligned} 30 \cdot 10^{-8} \Omega_m &\leq \text{měrný elektrický odpor} \leq 35 \cdot 10^{-8} \Omega_m \\ 28 \text{ Acm}^{-1} &\leq \text{koercitivní intenzita} \leq 33 \text{ Acm}^{-1} \\ &\text{magnetického pole} \end{aligned}$$

Příklad 3

V zahraničním ložiskovém průmyslu se používá pro součásti valivých ložisek tepelné zpracování kalením z teploty 840°C a popouštěním na teplotu 180–200°C po dobu 3 – 4 hodin. Vzhledem k těmto podmínkám je možné oblast správně tepelně zpracovaných struktur vymezit takto:

$$\begin{aligned} 27 \cdot 10^{-8} \Omega_m &\leq \text{měrný elektrický odpor} \leq 33 \cdot 10^{-8} \Omega_m \\ 28 \text{ Acm}^{-1} &\leq \text{koercitivní intenzita} \leq 33 \text{ Acm}^{-1} \\ &\text{magnetického pole} \end{aligned}$$

Příklad 4

Součásti ložisek určených k provozu za vyšších teplot se zpracovávají zvláštním tepelným zpracováním zajišťujícím jejich rozměrovou stabilitu. Kroužky ložisek pracujících při provozní teplotě 200°C se zpracovávají kalením z teploty 840°C a popouštěním 240°C/4 hod. Pro kontrolu těchto ložisek lze vymezit oblast správně tepelně zpracovaných struktur takto:

$$\begin{aligned} 23 \cdot 10^{-8} \Omega_m &\leq \text{měrný elektrický odpor} \leq 28 \cdot 10^{-8} \Omega_m \\ 28 \text{ Acm}^{-1} &\leq \text{koercitivní intenzita} \leq 32 \text{ Acm}^{-1} \\ &\text{magnetického pole} \end{aligned}$$

Uvedené příklady ukázaly vymezení oblastí hodnot měrného elektrického odporu a koercitivní intenzity magnetického pole pro různé alternativy tepelného zpracování. Všechny součásti ložisek, u nichž se budou nacházet hodnoty měrného elektrického odporu a koercitivní intenzity magnetického pole uvnitř vymezených oblastí, budou v jednotlivých příkladech odpovídat požadovanému tepelnému zpracování. U součástí valivých loži-

sek s těmito hodnotami vně vymezených oblastí půjde o nesprávně provedené tepelné zpracování.

Příklad 5

Při kontrole tepelného zpracování pěti vnitřních kroužků ložiska určitého typu byly způsobem podle vynálezu změřeny na všech kroužcích jednak měrný elektrický odpor, jednak koercitivní intenzita magnetického pole s následujícím výsledkem:

číslo kroužku	měrný el. odpor ($10^{-8} \Omega m$)	koercitivní intenzita magnetického pole (Acm^{-1})
1	31	30
2	33	33
3	38	32
4	33	37
5	38	40

Uvedené kroužky byly zpracovány běžným tepelným zpracováním, pro něž platí oblast uvedená v příkladu 2. Na základě srovnání změřených hodnot měrného elektrického odporu a koercitivní intenzity magnetického pole těchto pěti kroužků s hodnotami měrného elektrického odporu a koercitivní intenzity magnetického pole vymezujícími oblast odpovídající požadovanému tepelnému zpracování lze konstatovat, že kroužky č. 1 a 2 jsou správně tepelně zpracovány, kroužek č. 3 je nesprávně tepelně zpracován použitím příliš vysoké austenitizace, kroužek č. 4 je nesprávně tepelně zpracován použitím nízkého stupně popouštění a kroužek č. 5 je případem méně často se vyskytující kombinace obou závad tepelného zpracování, příliš vysoké austenitizace i nízkého stupně popouštění.

Příklady ukazují, že se způsobem podle vynálezu současně stanovují dvě absolutní veličiny, měrný elektrický odpor a koercitivní intenzita magnetického pole, nejde tedy o pouhé měření elektrické vodivosti. Použitím nově zjištěné závislosti obou jmenovaných veličin na teplotě austenitizace a teplotě popouštění ložiskové oceli ke kontrole tepelného zpracování je dosaženo nového a vyššího účinku ve srovnání s dosavadními způsoby.

Způsob kontroly tepelného zpracování, zejména austenitizační a popouštěcí teploty u součástí valivých ložisek, zhotovených z ložiskové oceli, zahrnující vyhodnocení hodnot charakterizujících stupeň tepelného zpracování vůči etalonovým hodnotám příslušejícím požadovanému tepelnému zpracování součástí valivého ložiska, vyznačený tím, že pro porovnání s etalonovými hodnotami se změří jednak velikost měrného elektrického odporu při průchodu stejnosměrného elektrického proudu součástí valivého ložiska a jednak hodnota koercitivní intenzity magnetického pole, vyvolaného v součásti zdrojem magnetického pole.

1 výkres

