



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

205 656

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavná priorita

(22) Prihlásené 05 01 79

(21) PV 150-79

(51) Int. Cl.³ B 22 F 5/00

(40) Zverejnené 29 08 80

(45) Vydané 01 09 83

(75)

Autor vynálezu ŠALAK ANDREJ ing. CSc., KOŠICE

HRUBJAK MILAN ing., ŽILINA

(54) Spôsob výroby podlhovastých kovových telies postupmi práškovej metalurgie

1

Vynález sa týka spôsobu výroby podlhovastých kovových telies postupmi práškovej metalurgie, ktoré môžu mať aj vnútorný otvor, čím sa dosiahne bezpórovitý stav a tieto telesá sa môžu uplatniť aj vo výrobe súčiastok valivých ložísk.

Doteraz sa kovové telesá valcového alebo iného tvaru vyrábajú trieskovým opracovaním z tyčovej ocele, alebo napr. aj kovaním z drôtov alebo tyčí v prípadoch, kde to umožňujú rozmery a kde sa požaduje napr. kužeľový tvar, ktorý sa týmto spôsobom môže s výhodou jednoducho dosiahnuť. V prvom prípade trieskové opracovanie sa vyznačuje vysokou náročnosťou na živú prácu a na spotrebu materiálu. I v druhom prípade spracovania sú obvykle potrebné ďalšie operácie sústružením, frézovaním alebo brúsením pre odstránenie povrchových väd materiálu, pretože sa pre tento účel používajú prevažne valcované polotovary a pre dosiahnutie potrebných rozmerových tolerancií nevyhnutných pre ďalšie spracovanie napr. kalením alebo brúsením. Takéto prípady sú i vo výrobe teliesok valivých ložísk, ako sú valčeky, kužeľíky alebo súdky, ktoré sú podlhovasté, pretože pomer ich výšky k priemeru je obvykle väčší ako 1.

Nedostatkom tohoto spôsobu výroby podľa zvoleného postupu, o ktorom rozhoduje veľkosť telesa, hmotnosť, sériovosť a tvar, rozmery a kvalita povrchu polotovaru i technické vybavenie, je predovšetkým vysoká pracovnosť výroby a nízke využitie materiálu. Ďalšou nevýhodou týchto postupov výroby je, že i napriek tomu, že takéto telesá by mohli mať

často aj vnútorný otvor, čím by sa znížila ich hmotnosť bez zníženia funkčných vlastností, výroba takéhoto otvoru napr. vŕtaním by ďalej zvýšila výrobné náklady bez úspor materiálu.

Naproti tomu v práškovej metalurgii sú známe spôsoby výroby podlhovastých telies prevážne valcového tvaru s vnútorným otvorom napr. vo forme púzdiar. V týchto prípadoch ide ale vždy o telesá vyrobené iba z nelegovaného práškového železa s pórovitosťou obvykle 15 až 30 %. Pritom výroba podlhovastých telies postupmi práškovej metalurgie je limitovaná maximálnou výškou asi 60 mm, čo je spôsobené násypnými výškami nástrojov a lisov. Okrem tohto v rámci uvedeného výškového rozsahu pomer výšky výlisku k jeho priemeru nemá v krajnom prípade prekročiť hodnotu 2,5. So zvyšujúcou sa výškou výlisku vzrastá rozdiel v rozdelení pórovitosti po výške, čo sa v konečnom dôsledku nepriaznivo odráža na vlastnostiach spekaného telesa. Súčasne so zvyšujúcou sa násypnou výškou lisov znižuje sa ich kapacita. Tieto problémy s výrobou podlhovastých plných telies alebo s vnútorným otvorom sa zvyrazňujú v prípade, ak by sme chceli takéto teleso vyrobiť z legovanej práškovej ocele v bezpórovitom stave. Predlegované prášky sú totiž horšie lisovateľné, preto výlisky pri určitej hmotnosti majú po lisovaní zvoleným tlakom vyššiu výšku ako rovnako spracované výlisky z nelegovaného práškového železa. Pritom musia byť výlisky, ktoré by sa ďalej spracovali na bezpórovitý stav, úmerne vyššie, takže v týchto prípadoch predtým uvedené určité obmedzovacie výškové kritéria znemožňujú výrobu podlhovastých telies s práškových ocelí v takom stave, aký požaduje strojárstvo pre rôzne prípady aplikácií. Takýto prípad nastáva, ak by sme chceli vyrobiť postupmi práškovej metalurgie napr. valček s vonkajším priemerom 30 mm a o výške 48 mm s hmotnosťou 266 g, ktorý sa doteraz vyrába z tyčovej ocele sústružením. Z funkčného hľadiska tento valček by mohol mať vnútorný otvor až o priemere 20 mm, ale v dôsledku zvýšenia výrobných nákladov tento otvor sa nerobí i napriek tomu, že by sa znížila hmotnosť telesa. Ak by sme použili pre výrobu tohto valčeka práškovú oceľ so sypnou hustotou $2,5 \text{ g.cm}^{-3}$, bol by potrebný lisovací nástroj a lis s násypnou výškou 155 mm. Nakoľko teraz sú lisy s najväčšou násypnou výškou 100 mm, doterajšími postupmi práškovej metalurgie nebolo by možné úspešne toto teleso vyrobiť. Pritom i samotný predlisok pri hustote 6 g.cm^{-3} by bol vyšší ako 60 mm. V záujme úspešného zvládnutia výroby rôznych telies cestou práškovej metalurgie sa doporučuje preto taká konštrukcia, pri ktorej by výška by bola pokiaľ možno nie väčšia ako priemer alebo najväčší šírkový rozmer.

Vyššie uvedené nedostatky nemá spôsob výroby podlhovastých kovových telies postupmi práškovej metalurgie, ktorého podstatu apodáva v tom, že z práškovej ocele sa vyli-
sujú obvyklým spôsobom telesá požadovaného tvaru s hustotou 5 až 7 g.cm^{-3} , ktoré sa potom spekajú pri teplote v rozsahu 1100 až 1350°C . Po spekaní sa tieto telesá podrobia deformácií za tepla, potom sa v záujme ďalšieho spracovania tvárnením tepelne spracujú a nakoniec sa kalibrujú. Telesá môžu mať s výhodou aj vnútorný otvor, ktorý odpovedá vzťahu

$$\frac{D_1}{d_1} = 1,1 \text{ až } 1,7, \quad (\text{I})$$

kde D_1 označuje vonkajší priemer pri telesách rotačného tvaru alebo najväčšiu šírku pri telesách iného tvaru a d_1 vnútorný priemer alebo šírku vnútorného otvoru hotového telesa, pritom vnútorný otvor môže mať aj kuželový tvar. Pre telesá, ktorých výška h_1 a vonkajší priemer D_1 odpovedajú vzťahu

$$\frac{h_1}{D_1} \leq 1,5, \quad (\text{II})$$

sa podľa konkrétnych lisovacích podmienok vylisuje výlisok s vonkajším priemerom alebo s najväčším vonkajším rozmerom D_1 a tento výlisok po spekaní pre dosiahnutie bezpórovitého stavu sa podrobí deformácii za tepla s výhodou kovaním v uzavretej zápustke. V prípade, že výška h_1 a rozmer D_1 hotového telesa odpovedajú vzťahu

$$\frac{h_1}{D_1} > 1,5, \quad (\text{III})$$

sa vylisuje výlisok s vonkajším priemerom D_2 , ktorý je väčší ako rozmer D_1 hotového telesa a odpovedá vzťahu

$$\frac{D_2}{D_1} > 1,3 \quad (\text{IV})$$

a takýto výlisok po spekaní sa podrobí deformácii za tepla s výhodou pretlačovaním s redukciou priemeru D_2 na D_1 s cieľom dosiahnuť taktiež bezpórovitý stav. Pritom v prípadoch s vnútorným otvorom sa zaistí jeho dodržanie vnútorným trňom podľa rozmerov pre hotové teleso. Takéto telesá v prípadoch, v ktorých sa vyžadujú buď presnejšie rozmerové tolerancie alebo úprava vonkajších tvarov, ktoré sa nemohli dosiahnuť predtým vykonanými postupmi, sa tepelne spracujú pre odstránenie spevnenia s výhodou pri teplote 600 až 800 °C podľa spracovávaného materiálu a stupňa vykonanej deformácie. Potom sa telesá kalibrujú a to buď statickým lisovaním, lakovaním, valcovaním alebo pretlačovaním obvykle s deformáciou neprevyšujúcou 10 %. Toto kalibrovanie sa môže vykonať buď pri okolnej teplote alebo pri teplote 550 až 700 °C. Vlastné spekanie výlisokov sa môže robiť buď v peciach vyhrievaných elektricky odporovo, pri ktorých k ohrevu telies dochádza za sálaním alebo indukčne pri vyšších teplotách ale za kratšiu dobu. Podobne deformácia za tepla sa môže vykonať buď priamo zo spekacej teploty bez nového ohrevu alebo po novom ohreve, ktorý môže byť opäť indukčný alebo sálavý. Pre výrobu takýchto telies z legovanej ocele sa použije buď úplne predlegovaná prášková oceľ vyrábaná rozstrekovaním taveniny, alebo prášková oceľ pripravená miešaním čiastočne predlegovanej práškovej ocele a ďalších práškových legúr vrátane uhlíka, alebo použitím zmesi práškoveho železa a práškových legúr vrátane uhlíka a mazadla.

Výhodou spôsobu podľa vynálezu je, že sa ním umožní výroba podlhovastých telies rôzneho vonkajšieho tvaru postupmi práškovej metalurgie z legovaných ocelí v bezpórovitom stave i s vnútorným otvorom. Tým pri rovnakých výrobných nákladoch sa dosahuje jednak značné zníženie hmotnosti telies, jednak odpovedajúca materiálová úspora. Navrh-

nutý spôsob umožňuje ďalej výrobu podlhovastých telies, ktorých pomer výšky k vonkajšiemu priemeru je väčší, ako bolo možné doterajšími postupmi uskutočniť. Tým sa rozširuje do značnej miery oblasť použitia postupov práškovej metalurgie pre výrobu podlhovastých telies, ktorých výška značne prevyšuje šírku alebo vonkajší priemer. Pritom dodatočným kalibrovaním je možné vytvoriť buď kuželový vonkajší tvar alebo sudkový alebo iný.

Spôsob podľa vynálezu sa môže úspešne využiť pre výrobu valčekov, kuželíkov alebo sudkov valivých ložísk.

Príklad 1

V tomto prípade uvádzame spôsob výroby podľa vynálezu valčeka valivého ložiska s pôvodným vonkajším priemerom 30 mm o výške 48 mm. Teleso vyrobíme ako odlahčené s vnútorným otvorom kuželového tvaru so stredným priemerom 20 mm. V tomto prípade pomer vonkajšieho priemeru k vnútornému priemeru je 1,5, čo splňuje podmienku vzťahu I. Vytvorením vnútorného otvoru sa zníži hmotnosť telesa z pôvodných 266 na 148 g a tým aj spotreba práškovej ocele. Nakoľko pomer výšky telesa k vonkajšiemu priemeru je 1,6, ktorý odpovedá vzťahu III, vylisujeme výlisok s vonkajším priemerom D_2 rovným 45 mm. Tým sa dosiahne pomer vonkajšieho priemeru výlisoku D_2 k vonkajšiemu priemeru hotového telesa D_1 rovný 1,5, čo splňuje podmienku vzťahu IV. Použijeme predlegovanú práškovú oceľ so sypnou hustotou $2,5 \text{ g. cm}^{-3}$ s hmotnostným prídavkom 0,25 % grafitu, čo bude vyžadovať násypnú výšku prášku iba 46,4 mm. Vylisované teleso s hustotou $6,5 \text{ g. cm}^{-3}$ sa bude spekať pri teplote 1200°C po dobu 50 min. v štiepenom ťpavku v elektricky odporovo vyhrievanej peci. Po spekaní výlisok sa namaže vhodným mazadlom a po krátkodobom indukčnom ohreve pri teplote asi 1100°C pretlačí sa za tepla v nástroji, v ktorom sa dosiahne redukcia priemeru 45 mm na priemer 30 mm, vnútorný otvor 20 mm a výška telesa 48 mm. Teleso v tomto stave sa spracuje chemicko-tepelne pre nauhliedenie a pre dosiahnutie požadovanej tvrdosti a nakoniec sa brúsi obvyklými postupmi.

Príklad 2

V tomto príklade uvádzame spôsob výroby kuželíka s pôvodným stredným vonkajším priemerom 9,3 mm a s výškou 12,5 mm postupmi práškovej metalurgie podľa vynálezu. Teleso vyrobíme ako odlahčené s vnútorným kuželovým otvorom stredného priemeru 5,5 mm. Pritom bude pomer vonkajšieho k vnútornému priemeru 1,69, čo odpovedá vzťahu I. Tým sa dosiahne zníženie hmotnosti telesa zo 6,4 na 4,1 g. Nakoľko pomer výšky telesa k jeho priemeru je 1,34, čo odpovedá vzťahu II, s ohľadom na nízku hmotnosť telesa vylisujeme výlisok s vonkajším priemerom 9,3 mm. Použitím predlegovanej práškovej ocele so sypnou hustotou $2,5 \text{ g. cm}^{-3}$ s hmotnostným prídavkom 0,25 % grafitu bude násypná výška prášku 37 mm. Výlisok s hustotou $6,5 \text{ g. cm}^{-3}$ sa bude spekať pri teplote 1200°C po dobu 30 min. v elektricky odporovo vyhrievanej peci v štiepenom ťpavku. Po spekaní výlisok sa namaže vhodným mazadlom a po indukčnom krátkodobom ohreve pri teplote 1100°C sa bude kovať v uzavretej zápusťke zaistujúcej vytvorenie i vonkajšieho kuželového tvaru. V tomto stave sa teleso podrobí ďalšiemu obvyklému tepelnému a mechanickému spracovaniu.

Spôsob podľa vynálezu zaistuje ďalšie výhody a to je vylúčenie trieskového opracovania a jeho náhradu beztrieskovým. Ďalej tým, že ohrevy sa vykonávajú v ochranných atmosférach, nedochádza k vzniku okovín na povrchu telies, čím sa znižuje nevyhnutný odpad materiálu. Pritom spôsob podľa vynálezu umožňuje vyrábať i polotovary v bezpórovitom stave z legovaných ocelí, pri ktorých buď s ohľadom na komplikovanosť tvaru alebo s ohľadom na menšiu sériovosť alebo na vysoké nároky na rozmerové tolerancie je vhodné konečný tvar vyrobiť napr. postupmi trieskového opracovania alebo brúsenia. Takýto prípad môže nastať napr. pri výrobe ozubených kolies so šikmým ozubením, pre ktoré by bola výroba lisovacieho nástroja veľmi zložitá a nákladná a lisovanie by vyžadovalo špeciálne lisy.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Spôsob výroby prevážne podlhovastých kovových telies postupmi práškovej metalurgie vyznačený tým, že z práškovej ocele sa vylisujú telesá s hustotou 5 až 7 g.cm⁻³, ktoré sa potom spekajú pri teplote 1100 až 1350 °C po dobu neprevyšujúcu 3 h v ochrannej atmosfére, potom sa podrobia deformácii za tepla, tepelne sa spracujú a kalibrujú.
2. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že teleso má vnútorný otvor, ktorého rozmer odpovedá vzťahu

$$\frac{D_1}{d_1} = 1,1 \text{ až } 1,7, \quad (\text{I})$$

kde D_1 označuje vonkajší priemer pri telesách rotačného tvaru alebo najväčšiu šírku pri telesách iného tvaru a d_1 vnútorný priemer alebo šírku vnútorného otvoru hotového telesa.

3. Spôsob podľa bodu 1 a 2, vyznačujúci sa tým, že vnútorný otvor telesa so stredným rozmerom d_1 môže mať kuželový tvar.
4. Spôsob podľa bodu 1 až 3, vyznačujúci sa tým, že pre telesá, ktorých výška h_1 a rozmer D_1 odpovedá vzťahu

$$\frac{h_1}{D_1} \leq 1,5, \quad (\text{II})$$

sa vylisuje výlisok s vonkajším rozmerom D_1 , ktorý sa po spekaní podrobí deformácii za tepla s výhodou kovaním alebo lisovaním.

5. Spôsob podľa bodu 1 až 3, vyznačujúci sa tým, že pre telesá, ktorých výška h_1 a vonkajší rozmer D_1 odpovedá vzťahu

$$\frac{h_1}{D_1} > 1,5 \quad (\text{III})$$

sa vylisuje výlisok s vonkajším rozmerom D_2 , ktorý odpovedá vzťahu

$$\frac{D_2}{D_1} > 1,3, \quad (\text{IV})$$

ktorý sa po spekaní podrobí deformácii za tepla s výhodou pretlačovaním s redukciou vonkajšieho rozmeru telesa podľa vzťahu IV.

205 658

6. Spôsob podľa bodu 1 až 5, vyznačujúci sa tým, že telesá po deformácii za tepla sa tepelne spracujú s výhodou žíhaním pri teplote 600 až 800 °C.
7. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že telesá sa kalibrujú statickým lisovaním, kovaním, pretlačovaním alebo valcovaním s deformáciou neprevyšujúcou 10 %.
8. Spôsob podľa bodu 1 a 7 vyznačujúci sa tým, že kalibrovanie sa vykoná pri okolnej teplote.
9. Spôsob podľa bodu 1 a 7, vyznačujúci sa tým, že kalibrovanie sa vykoná pri teplote 550 až 700 °C.
10. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že spekanie telies sa vykoná v priestore vyhrievanom elektricky odporove.
11. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že spekanie telies sa vykoná indukčne.
12. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že telesá sa podrobia deformácii za tepla priamo zo spekacej teploty.
13. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že ohrev telies pre deformáciu za tepla sa vykoná v priestore vyhrievanom elektricky odporove.
14. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že ohrev telies pre deformáciu za tepla sa vykoná indukčne.
15. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že sa použije prášková predlegovaná oceľ vyrábaná rozstrekovaním taveniny kovu.
16. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že sa použije prášková oceľ pripravená miešaním čiastočne predlegovanej práškovej ocele a práškových legúr vrátene uhlíka.
17. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že sa použije prášková oceľ pripravená miešaním práškového železa a práškových legúr vrátene uhlíka.