



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

(61)

(23) Výstavná priorita
(22) Prihlásené 23 08 77
(21) PV 5536 - 77

(40) Zverejnené 31 12 79
(45) Vydané 30 11 83

200 342

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

B 22 F 3/16

(75)

Autor vynálezu ŠALAK ANDREJ ing. CSc., KOŠICE
BOHUŠ LADISLAV ing., DOLNÝ KUBÍN

(54) Spôsob výroby magneticky mäkkých železných telies postupmi práškovej metalurgie

Vynález sa týka spôsobu výroby magneticky mäkkých železných telies postupmi práškovej metalurgie, pri ktorých sa vyžaduje najmä vysoká indukcia, a ktoré sú vhodné pre použitie pri magnetizácii jednosmerným i striedavým prúdom.

V práškovej metalurgii je známych viacero postupov pre výrobu magneticky mäkkých predmetov. Ich podstatou je, že k práškovému železu, v každom prípade vždy jedného druhu, ktorého veľkosť častíc je obmedzená iba hornou hranicou, sa pridávajú aj ďalšie prvky a takáto prášková zmes sa lisuje a speká na tvarové telesá. Tak sa používa práškové železo s veľkosťou častíc menšou ako 0,16 mm alebo s menšou ako 0,10 mm, zriedkovo s veľkosťou častíc menšou ako 0,063 mm. Ako prísada sa najčastejšie pridáva fosfor k práškovému železu v množstve asi do 1,5 % hmotnostných, kremík, pokiaľ sa kladie dôraz aj na zníženie merných strát, a niekedy aj 1,5 až 2,5 % hmotnostných meď. Lisovanie tvarových telies sa robí obvykle tlakmi 490 až 981 MPa v snahe dosiahnuť hustotu výliskov, ktoré sa potom spekajú obvykle pri teplotách okolo 1250 °C alebo vo vákuu aj pri teplote 1300 °C, aby telesá dosiahli optimálne magnetické vlastnosti. V záujme dosiahnutia vysokej hustoty výliskou, často sa používa aj technika dvojitého alebo viackrát opakovaného lisovania a spekania s medzižiňaním po každom lisovaní. Po takomto spracovaní telesá s pórovitosťou iba 6 až 8 % objemových dosahujú pri skúškach magnetizácie jednosmerným prúdom 100 A/cm magnetickú indukciu 1,25 až 1,3 T a pri magnetizácii striedavým prúdom 50 Hz magnetickú indukciu 1,15 až 1,2 T.

Nedostatko doterajších postupov výroby magneticky mäkkých železných telies postupmi práškovej metalurgie je predovšetkým pomerne nízka hodnota magnetickej indukcie, ktorá sa nimi dosahuje, čo bráni zvyšovaniu výkonu a ostatných technických parametrov elektrotechnických výrobkov a zariadení, v ktorých sa takéto telesá s výhodou používajú, alebo by sa mohli používať. Je to spôsobené jednak použitím uvedeného granulometrického zloženia práškoveho železa, ktoré nezaistuje dosiahnutie optimálnej lisovateľnosti a vlastností štruktúry telesa po spekaní nevyhnutných pre vysoké magnetické vlastnosti, jednak prídavkom uvedených legúr, ktorých úlohou je často iba prispieť k aktivácii procesu spekania vytvorením kvapalnej fázy. Pritom, ako sa často ukazuje, prídavok spomínaných legúr môže mať priamo väčší zhoršujúci vplyv na magnetické vlastnosti, než je ich kladný vplyv na tieto vlastnosti cestou zvýšenia hustoty výliskov a zmeny štruktúry materiálu. Ďalšou nevýhodou týchto postupov je, že každý prídavok ďalšieho prvku k práškovému železu zvyšuje spotrebu materiálu a výrobné náklady, pričom pre dosahovanie vyšších hodnôt indukcie je nevyhnutné spekanie telies obvykle pri teplotách nad 1200 °C, čo zvyšuje nároky na technická zariadenia i spotrebu elektrickej energie.

Vyššie uvedené nevýhody nemá spôsob magneticky mäkkých železných telies, ktoré sa vyrábajú postupmi práškovej metalurgie podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že sa použije práškové železo s veľkosťou častíc vybraných frakcií, ku ktorému sa pridá kyslíčnik železa a z tejto práškovej zmesi sa vylisuje pórovité tvarové telesá, ktoré sa potom spekajú, opakovane deformujú a tepelne spracujú. Pritom sa použije práškové železo, ktorého hmotnostný podiel častíc s veľkosťou 0,1 až 0,20 mm tvorí 60 až 90 %, podiel častíc s veľkosťou menšou ako 0,1 mm 10 až 20 % a zvyšok do 100 % tvoria častice s veľkosťou nad 0,20 mm. Použitím práškoveho železa uvedeného granulometrického zloženia sa zvyšuje jeho lisovateľnosť a pri spekaní sa dosahuje rovnomerná a väčšia veľkosť zrna materiálu, čo prispieva k zvýšeniu magnetických druhov práškoveho železa. K práškovému železu sa pridá ako aktivátor spekania kyslíčnik železa s výhodou v množstve 0,5 až 5 % hmotnostných, ktorý má sypnú hustotu 0,5 až 1,8 g.cm⁻³ a veľkosť častíc menšiu ako 0,04 mm. Pritom to môže byť kyslíčnik železa, ktorý vzniká pri tepelnom rozklade chloridu železnatého alebo heptahydrátu síranu železnatého alebo oxidáciou za tepla spracovávaných oceľových pásov. Prášková zmes sa lisuje v uzavretých zápustkách tlakom 392 až 785 MPa a potom sa výlisky spekajú pri teplote 1050 až 1200 °C po dobu 1 až 5 h, alebo sa spekajú stupňovite, a to najprv pri teplote 800 až 1000 °C po dobu 1 až 2 h a potom pri teplote 1050 až 1200 °C po dobu 2 až 4 h. Po spekaní sa telesá deformujú za studena kalibrovaním pre zvýšenie presnosti rozmerov a hustoty výliskov, alebo sa deformujú za tepla s výhodou kovaním tak, aby telesá dosiahli hustotu aspoň 7,5 g.cm⁻³. V prípadoch vyžadujúcich odstránenie spevnenia telies, ku ktorému došlo pri predchádzajúcej deformácii, tieto sa tepelne spracujú s výhodou žíhaním pri teplote 650 až 1100 °C po dobu 0,5 až 2 h.

Príklad 1

Prípraví sa mechanické práškové železo, u ktorého častice s veľkosťou 0,1 až 0,16 mm tvoria 80 % hmotnostných, častice s veľkosťou menšou ako 0,1 mm tvoria 10 % a častice väčšie ako 0,16 mm taktiež 10 % hmotnostných, ku ktorému sa pridá 1,1 % hmotnostné kyslíčnika

železitého s veľkosťou častíc menšou ako 0,04 mm so sypnou hustotou $1,5 \text{ g.cm}^{-3}$ a 1 % hmotnostné stearanu zinočnatého ako mazadlo. Po dôkladnom premiešaní z tejto práškovej zmesi sa vylisujú tvarové telesá tlakom 490 až 687 MPa, ktoré sa potom spekajú v žtiepenom čpavku pri teplote 1100°C po dobu 4 h. Skúšobné vzorky vyrobené z týchto telies mali hustotu 6,9 až $7,2 \text{ g.cm}^{-3}$ a v tomto stave dosiahli magnetickú indukciu 1,4 až 1,52 T pri magnetizácii jednosmerným prúdom 100 A/cm a medzi pevnosti-190 až 250 MPa.

Príklad 2

Z práškovej zmesi ako v príklade 1 sa vylisujú tlakom 294 až 490 MPa tvarové telesá, ktoré sa spekajú pri teplote 1100°C po dobu 2 h v žtiepenom čpavku. Po opätovnom ohreve pri teplote 1100°C po dobu 15 min v redukčnej plynnej atmosfére, telesá sa podrobia deformácii za tepla kovaním v uzavretej zápustke, pričom dosiahnu hustotu aspoň $7,5 \text{ g.cm}^{-3}$. V tomto stave meraním na skúšobných vzorkách sa dosiahla magnetická indukcia 1,7 T pri magnetizácii jednosmerným prúdom 100 A/cm a medzi pevnosti 380 MPa.

Spôsobom podľa vynálezu sa dosiahne predovšetkým zvýšenie hodnôt magnetickej indukcie železných telies vyrábaných práškovou metalurgiou s vylúčením ďalších prvkov, a to predovšetkým iba technikou jednoduchého lisovania a spekania i pri použití nižších lisovacích tlakov. Podobne k význačnému zvýšeniu magnetickej indukcie dochádza aj pri telesách vyrábaných spôsobom podľa vynálezu, ktoré sa po spekaní podrobia deformácii za tepla kovaním, čím sa prevyšujú aj vlastnosti telies kovaných z kompaktných ocelí.

Spôsob podľa vynálezu je možné úspešne uplatniť napr. vo výrobe pólových nástavcov dynám, štartérov a alternátorov.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Spôsob výroby magneticky mäkkých železných telies postupmi práškovej metalurgie z práškového železa obsahujúceho prípadne fosfor vyznačujúci sa tým, že sa použije práškové železo, ku ktorému sa pridá kysličník železa a z tejto práškovej zmesi sa vylisujú pórovité tvarové telesá, ktoré sa potom spekajú, opakovane deformujú a tepelne spracujú.
2. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že s výhodou sa použije zmes aspoň dvoch druhov práškového železa.
3. Spôsob podľa bodu 1 a 2, vyznačujúci sa tým, že v práškovom železe podiel častíc s veľkosťou 0,1 až 0,20 mm tvorí 60 až 90 %, podiel častíc s veľkosťou menšou ako 0,1 mm 10 až 20 % a zvyšok do 100 % hmotnostných tvoria častice väčšie ako 0,20 mm.
4. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že sa pridá kysličník železa so sypnou hustotou v rozsahu 0,5 až $1,8 \text{ g.cm}^{-3}$ a s veľkosťou častíc menšou ako 0,04 mm.
5. Spôsob podľa bodu 1 a 4, vyznačujúci sa tým, že kysličník železa sa pridá s výhodou v množstve 0,5 až 5 % hmotnostných.
6. Spôsob podľa bodu 1, 4 a 5, vyznačujúci sa tým, že sa s výhodou použije kysličník železa, ktorý vzniká tepelným rozkladom chloridu železnatého alebo heptahydrátu síranu železnatého alebo oxidáciou za tepla spracovaných oceľových pásov.
7. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že tvarové telesá sa lisujú z práškovej zmesi tlakom 392 až 785 MPa.

8. Spôsob podľa bodu 1 a 7, vyznačujúci sa tým, že tvarové pórovité telesá sa spekajú pri teplote 1050 až 1200 °C po dobu 1 až 5 h.
9. Spôsob podľa bodu 1 a 7, vyznačujúci sa tým, že tvarové pórovité telesá sa spekajú postupne, najprv s výhodou pri teplote 800 a 1000 °C po dobu 1 až 2 h a potom pri teplote 1050 až 1200 °C po dobu 2 až 4 h.
10. Spôsob podľa bodu 1, 8 a 9, vyznačujúci sa tým, že spekané pórovité tvarové telesá sa podrobia deformácii s výhodou kalibrovaním za studena.
11. Spôsob podľa bodu 1, 8 a 9, vyznačujúci sa tým, že spekané pórovité tvarové telesá sa podrobia deformácii za tepla, s výhodou kovaním tak, aby telesá dosiahli hustotu aspoň $7,5 \text{ g.cm}^{-3}$.
12. Spôsob podľa bodu 1 a 11, vyznačujúci sa tým, že telesá sa tepelne spracujú s výhodou žiňaním pri teplote 650 až 1100 °C po dobu 0,5 až 2 h.