



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

201952

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

B 22 F 3/16

(22) Prihlášené 23 03 79

(21) (PV 1917-79)

(40) Zverejnené 31 01 80

(45) Vydané 15 10 82

(75)

Autor vynálezu

ŠALAK ANDREJ ing. CSc., KOŠICE, ŠIMORA RUDOLF, DUBNICA NAD
VÁHOM a HLISNIKOVSÝ STANISLAV ing., DOLNÝ KUBÍN

(54) Spôsob výroby ocelových súčiastok s vysokými mechanickými vlastnosťami postupmi práškovej metalurgie

Vynález sa týka spôsobu výroby ocelových súčiastok s vysokými mechanickými vlastnosťami, najmä s vysokou odolnosťou voči opotrebeniu a s vysokou húževnatosťou, ktoré sa dosiahnu bez dodatočného zušľachtovania postupmi práškovej metalurgie. Takéto súčiastky sa môžu s výhodou použiť aj pre podmienky dynamického namáhania aj pre podmienky klzného trenia.

V práškovej metalurgii sú známe spôsoby výroby spekaných ocelových súčiastok s vysokými mechanickými vlastnosťami, pri ktorých sa vyžaduje poprípade aj vysoká odolnosť voči opotrebeniu alebo aj vysoké húževnatostné vlastnosti. V prípade húževnatostných vlastností treba uviesť, že tu ide vždy iba o porovnané hodnoty jednotlivých vlastností pri spekaných pórovitých materiáloch, pretože tieto sú vždy nižšie ako pri kompaktných materiáloch. Podstatou doterajších postupov je, že pre výrobu spomínaných ocelových súčiastok sa používajú prevažne práškové zmesi, ktoré okrem železa obsahujú obvykle vyššie obsahy medi, niklu, alebo ich kombinácie, ďalej chróm, vanád a poprípade aj molybdén okrem zriedkavo používaných iných legúr. Súčasťou takýchto práškových zmesí je aj uhlík, ktorý sa pridáva buď vo forme grafitu, sadzí alebo vo viazanej forme ako karbidy. Mangán pre spomínané účely

sa pridáva vždy v spojení napr. s niklom a chrómom, alebo v spojení s meďou a bórom, alebo s niklom a molybdénom, alebo v spojení s chrómom a molybdénom alebo s vanádom a molybdénom. Z hľadiska húževnatostných vlastností, charakterizovaných prevažne hodnotami dynamickej a vrubovej húževnatosti, za najvýhodnejšie sa považujú ocele legované niklom a molybdénom alebo mangánom, chrómom a molybdénom s príslušným obsahom uhlíka. Takéto práškové zmesi po dôkladnom premiešaní s prídavkom mazadla sa lisujú v uzavretých zápustkách na tvarové súčiastky najčastejšie tlakom 600 MPa. Pri lisovaní nižšími tlakmi sa neočakáva dosiahnutie potrebných vysokých vlastností. Spekanie súčiastok z práškových zmesí, obsahujúcich najmä mangán v akejkoľvek forme, sa doporučuje vždy robiť pri teplote aspoň 1200 °C a vyššej. Pri oceliach s prídavkami medi, niklu a molybdénu sa používa aj spekanie pri teplote 1120 °C. Pre zníženie pórovitosti a tým pre zvýšenie mechanických a najmä húževnatostných vlastností, spekané súčiastky sa podrobia dynamickému zhutňovaniu za tepla, prevažne kovaním v uzavretých zápustkách. Pre zvýšenie odolnosti voči opotrebeniu takéto súčiastky obsahujúce potrebný vyšší obsah uhlíka, sa vždy zušľachtujú, a to kalením a popúšťaním.

ním alebo cementovaním v spojení s nasledujúcim tepelným spracovaním.

Nevýhodou doterajších spôsobov je, že pre prípravu ocelí s potrebnými vysokými mechanickými a inými vlastnosťami používajú v prevažnej, miere legovanie pomerne drahými a deficitnými prvkami, ako je najmä meď a nikel, pričom tieto prvky sa pridávajú niekedy v množstvách i 7 % hmotnostných a ojedinele i vyššie. Mangán v konkrétnych prípadoch sa pridáva prevažne v menších množstvách, a to vždy v spojení s niektorým ďalším prvkom. Ďalšou nevýhodou je, že spekanie sa robí pri pomerne vysokých teplotách, čo zvyšuje výrobné náklady a nároky na technické vybavenie. Za ďalšiu nevýhodu možno považovať, že vo všetkých prípadoch, kde sú súčiastky v prevádzke podrobené treniu pri zvýšených tlakoch, pre zvýšenie odolnosti voči opotrebovaniu takéto súčiastky sa vždy chemicko-tepelne alebo tepelne spracovávajú, čo sú opäť dodatočné operácie zvyšujúce výrobné náklady. Pritom pri takomto tepelnom spracovaní nastávajú často zmeny rozmerov súčiastky, preto tieto sa lisujú s väčšími prídavkami pre dodatočné brúsenie. Nevýhodou doterajšieho spôsobu tiež je, že pre požadované pomerne presné dodržanie obsahu uhlíka v materiáli súčiastky, je nevyhnutné používať buď spekanie atmosféry s kontrolovaným uhlíkovým potenciálom alebo vhodné zásypy pre zabránenie oduhličeni.

Vyššie uvedené nevýhody nemá spôsob výroby oceľových súčiastok s vysokými mechanickými vlastnosťami postupmi práškovej metalurgie, najmä s vysokou húževnatosťou a s vysokou odolnosťou voči opotrebovaniu dosahovanú bez dodatočného zušľachťovania, ktorého podstatou je, že východisková prášková zmes, obsahujúca okrem železa 1,5 až 5 % mangánu, 0,2 až 1 % molybdénu a 0,1 až 0,8 % hmotnostných uhlíka, sa lisuje na tvarové súčiastky, ktoré sa potom spekajú v plynnej atmosfére, zo spekacej teploty sa ochladzujú a potom sa podrobia deformácii za studena.

V záujme optimálneho využitia všetkých frakcií, pri spôsobe podľa vynálezu s výhodou sa použije práškové železo s veľkosťou častíc menšou ako 0,20 mm. Mangán k práškovému železu sa pridá v práškovej forme s výhodou ako elementárny kovový mangán, alebo ako zliatina železo-mangán alebo železo-mangán-uhlík. Podobne molybdén sa pridá v práškovej forme ako elementárny kovový molybdén alebo ako zliatina železo-molybdén. Potrebné vlastnosti tvarových lisovaných súčiastok sa zaistia spekaním pri nižších teplotách, a to v rozsahu s výhodou 1050 až 1200 °C po dobu neprevyšujúcu 3 h v plynnej redukčnej atmosfére obsahujúcej najmenej 2 % objemové vodíka. Spekané výlisky pre dosiahnutie potrebnej štruktúry materiálu sa ochladzujú iba pomaly zo spekacej pece rýchlosťou s výhodou nižšou ako 2 °C.s⁻¹, alebo sa ochladzujú priamo zo spekacej alebo z primerane nižšej teploty na vzduchu

bez nutnosti ďalšieho ohrevu. V záujme zvýšenia presnosti rozmerov súčiastok pre vylúčenie dodatočných operácií trieskového opracovania alebo brúsením, dosiahnutá zmesná štruktúra materiálu umožňuje podrobiť súčiastky deformácii za studena s redukciou neprevyšujúcou 10 %, s výhodou pretlačovaním.

Pri riešení podľa vynálezu je nielen zachovaný základný postup práškovej metalurgie, a to lisovanie a spekanie, ale požadované vysoké vlastnosti sa dosahujú použitím vhodného zloženia práškovej ocele iba kombináciou obsahu mangánu, molybdénu a uhlíka. Spekaním tvarových súčiastok lisovaných z takejto práškovej zmesi už pri nižších teplotách sa vytvorí zmesná feriticko-bainiticko-martenzitická štruktúra, pričom podiel jednotlivých štruktúrnych zložiek je odvislý od uvedených fyzikálnych a technologických parametrov, ktorá zaisťuje dosiahnutie vysokých húževnatostných vlastností v pomerne širokom rozsahu obsahov uhlíka a pórovitosti výliskov. Pritom táto zmesná štruktúra vykazuje v spekanom stave bez dodatočného zušľachťovania aj vysokú odolnosť voči opotrebovaniu trením, ktorá je podmienená aj dostatočne vysokou tvrdosťou súčiastok v spekanom stave. Tieto materiály majú zníženú citlivosť na určité rozdiely v obsahu uhlíka, preto, je možné ich úspešne spekať v plynnej redukčnej atmosfére bez presnej kontroly uhlíkoveho potenciálu. Tým dochádza k miernemu oduhličeni povrchu súčiastok, čo umožňuje nasledujúcu deformáciu za studena pretlačovaním, pri ktorej dôjde nielen k spresneniu rozmerov súčiastky, ale aj k dodatočnému deformáčnemu spevneniu ovplyvnenej vrstvy. V prípadoch, kde sa vyžaduje z funkčných dôvodov nižšia pórovitosť, než akú je možné ekonomicky dosiahnuť obvykle lisovaním a spekaním, je možné ich taktiež zhutňovať za tepla, s výhodou kovaním.

Príklad 1

K mechanickému práškovému železu v žiahanom stave s veľkosťou častíc menšou ako 0,16 mm sa pridá mangán v množstve 3,5 % hmotnostných vo forme práškovej zliatiny železo-mangán, ktorá obsahuje aj 7,5 % hmotnostných uhlíka, 0,5 % molybdénu vo forme práškovej zliatiny železo-molybdén, uhlík vo forme grafitu do celkového jeho obsahu 0,6 % hmotnostných a 1 % stearanu zinčnatého ako mazadlo. Z tejto práškovej zmesi po dôkladnom premiešaní sa vytlisujú tlakom 589 MPa tvarové súčiastky, trhacie tyčky, ktoré sa spekajú pri teplote 1120 °C po dobu 3 h v atmosfére štiepeného čpavku s obsahom vodíka 75 % objemových. Súčiastky zo spekacej teploty sa ochladzujú v peci rýchlosťou asi 0,5 °C.s⁻¹. Po tomto spracovaní jednoduchým lisovaním a spekaním trhacie tyčky dosiahli medzi pevnosti 625 MPa, tvrdosť 182 HV10, dynamickú húževnatosť zistenú na tyčkách bez vrubu 25,6 J.cm⁻² pri hustote 6,91 g.cm⁻³.

Príklad 2

Z práškovej zmesi ako v príklade 1 bez prídavku grafitu sa vylisujú v uzavretých zápuskách tlakom 589 MPa tvarové súčiastky, ozubené kolesá s hmotnosťou 125 g, ktoré sa potom spekajú pri teplote 1120 °C po dobu 3 h v štiepenom čpavku a z tejto teploty sa ochladzujú v peci rýchlosťou asi 0,5 °C · s⁻¹. Po tomto spracovaní mali ozubené kolesá hustotu 6,96 g · cm⁻³ a pevnosť v ohybe stanovenú na tyčkách vyrobených zo zubov ozubeného kolesa 920 MPa. Tieto ozubené kolesá bez dodatočného zušľachťovania po opravovaní na požadované presnejšie rozmerové tolerancie, boli nasadené v olejovom čerpadle ako hnacie a hnané koleso pri pulzujúcom tlaku 0,2 až 3,5 MPa po dobu 5000 h. Po tomto dynamickom zaťažení za podmienok trenia, vnútorný otvor ozubeného kolesa sa zväčšil v rozsahu 0 až 0,01 % a výška ozubeného kolesa pri trení o steny telesa čerpadla sa zmenšila menej ako o 0,001 %. Tieto údaje sved-

čia o vysokých húževnatostných vlastnostiach i o vysokej odolnosti voči opotrebeniu súčiastok vyrobených postupom podľa vynálezu.

Spôsob podľa vynálezu má okrem technických aj ekonomické výhody, ktoré sa dosahujú úsporným legovaním, spekaním pri nižších teplotách, vylúčením nutnosti používania kontrolovaných spekacích atmosfér a tiež tým, že v značnom rozsahu prípadov aplikácií sa vystačí s vlastnosťami súčiastok dosiahnutých iba jednoduchým lisovaním a spekaním. Spôsob podľa vynálezu je možné úspešne využiť v práškovej metalurgii pre výrobu spekaných ocelových súčiastok, pri ktorých sa vyžadujú jednak vysoké mechanické vlastnosti, jednak vysoké napr. aj húževnaté vlastnosti, jednak výhodné trecie vlastnosti s vysokou odolnosťou voči opotrebeniu, ako napr. ozubené kolesá, trecie prvky alebo iné mechanicky namáhané súčiastky.

PŘEDMET VYNÁLEZU

1. Spôsob výroby ocelových súčiastok s vysokými mechanickými vlastnosťami postupmi práškovej metalurgie, najmä s vysokou húževnatosťou a s vysokou odolnosťou voči opotrebovaniu, dosahovanú bez dodatočného zušľachťovania, vyznačujúci sa tým, že vychádzajúca prášková zmes, obsahujúca okrem železa 1,5 až 5 % mangánu, 0,2 až 1 % molybdénu a 0,1 až 0,8 % hmotnostných uhlíka, sa lisuje na tvarové súčiastky, ktoré sa potom spekajú v plynnej atmosfére, zo spekacej teploty sa ochladzujú a potom sa podrobia deformácii za studena.
2. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že sa použije práškové železo s veľkosťou častíc menšou ako 0,20 mm.
3. Spôsob podľa bodu 1 vyznačujúci sa tým, že mangán sa pridá v práškovej forme s výhodou ako kovový elementárny mangán alebo ako zliatina železo-mangán alebo železo-mangán-uhlík.
4. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že molybdén sa pridá v práškovej forme s výhodou ako kovový elementárny molybdén alebo ako zliatina železo-molybdén.
5. Spôsob podľa bodu 1 až 4, vyznačujúci sa tým, že vylisované tvarové súčiastky sa spekajú pri teplote 1050 až 1200 °C po dobu neprevyšujúcu 3 h.
6. Spôsob podľa bodu 1 a 5, vyznačujúci sa tým, že spekanie sa robí v plynnej redukčnej atmosfére obsahujúcej vodík v množstve viacej ako 2 % objemové.
7. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že súčiastky sa ochladzujú zo spekacej teploty s výhodou rýchlosťou menšou ako 2 °C · s⁻¹.
8. Spôsob podľa bodu 1 vyznačujúci sa tým, že súčiastky sa ochladzujú zo spekacej teploty alebo z nižšej teploty na vzduchu.
9. Spôsob podľa bodu 1 vyznačujúci sa tým, že spekané súčiastky sa podrobia deformácii za studena obvykle neprevyšujúcej 10 %, s výhodou pretlačovaním.