

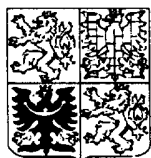
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

283 977

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLUVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **5923-90**

(22) Přihlášeno: **29. 11. 90**

(40) Zveřejněno: **17. 06. 92**
(Věstník č. 6/92)

(47) Uděleno: **22. 05. 98**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **15. 07. 98**
(Věstník č. 7/98)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
C 21 D 8/00

(73) Majitel patentu:

Hořejš Slavomír ing. CSc., Ostrava, CZ;
Vilda Vlastimil ing., Libčice nad Vltavou, CZ;
Vintrých Jaroslav ing., Kralupy nad
Vltavou, CZ;
Dokoupil Oldřich ing., Třinec, CZ;

(72) Původce vynálezu:

Hořejš Slavomír ing. CSc., Ostrava, CZ;
Vilda Vlastimil ing., Libčice nad Vltavou, CZ;
Vintrých Jaroslav ing., Kralupy nad
Vltavou, CZ;
Dokoupil Oldřich ing., Třinec, CZ;

(74) Zástupce:

Belfín Vladimír Ing., Kleinerova 1469,
Kladno, 27200;

(54) Název vynálezu:

**Způsob výroby vysoce pevných objemově
za studena tvářených výrobků**

(57) Anotace:

Způsob výroby je určen zejména pro zhotovování spojovacích součástí a strojních dílů čepového charakteru o pevnosti v tahu 600 až 2000 MPa válcováním za tepla a následným tvářením za studena z materiálu, obsahujícího v hmotnostním množství 0,03 až 0,13 % uhlíku, 1,2 až 2,5 % manganu, 0,3 až 1,2 % křemíku, 0,003 až 0,05 % hliníku, stopy až 0,025 % fosforu, stopy až 0,025 % síry, zbytek železo a ostatní doprovodné prvky. Materiál se doválcovává při teplotě 900 až 1050 °C, načež se ihned po dobu 0,5 až 3,5 sekundy ochlazuje na teplotu 740 až 800 °C. Poté se ochlazuje rychlostí 2 až 8 °C/sekunda po dobu 30 až 80 sekund a dále rychlostí 8 až 18 °C/sekunda až na teplotu, danou teplotním intervalem $\{T_M \text{ až } (T_M - 200)\} \text{ } ^\circ\text{C}$, kde T_M je teplota vzniku martenzitické přeměny. Pak se dochladí volně na vzduchu a podrobí tažení za studena s deformací nejméně 3 % a poté konečnému objemovému tváření za studena.

CZ 283 977 B6

Způsob výroby vysoce pevných objemově za studena tvářených výrobků

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu výroby vysoce pevných objemově za studena tvářených výrobků, zejména spojovacích součástí a strojních dílů čepového charakteru a pevnosti v tahu 600 až 2000 MPa.

10

Dosavadní stav techniky

15

Pro výrobu vysoce pevných součástek vyráběných metodou objemového tváření za studena se dnes běžně používá jako vstupní suroviny uhlíkových, případně nízkolegovaných ocelí ve formě drátů nebo tyčí.

20

25

30

Při stávající výrobní technologii nejsou u výše uvedených jakostí parametry válcování a ochlazování drátů nebo tyčí podstatné z hlediska konečných mechanických vlastností objemově za studena tvářených výlisků. Požadavkem je pouze minimální pevnost a maximální plasticita válcového drátu pro zdárný průběh následného tváření za studena. Prakticky je drát doválcován při teplotě $1\,050 \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ochlazován vodou na teplotu zhruba $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ a dále vzduchem na teplotu zhruba $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. U současně používaných ocelí nelze dosáhnout současně dobré výchozí tvaritelnosti drátu, případně tyče a konečné vysoké pevnosti a houževnatosti výlisku bez tepelného zpracování. Za tepla válcovaný drát nebo tyč je v mnoha případech nezbytné pro dosažení požadované plasticity za studena žíhat na měkko při teplotě 600 až $720\text{ }^{\circ}\text{C}$ s výdrží na teplotě 1 až 10 hodin. Pro zintenzivnění procesu změkčení během žihání na měkko je před žiháním zařazena deformace za studena tažením s redukcí 10 až 36 %. Méně tvarově složitě výrobky jsou vyráběny přímo z válcového drátu. Dále následuje úprava povrchu, například mořením a fosfátováním, tažení za studena a lisování finálního výrobku za studena. Po lisování je nezbytné pro dosažení požadované pevnosti a houževnatosti finální výrobky zušlechťovat kalením a popouštěním.

35

40

Nevýhody stávající výrobní technologie spočívají zejména v tom, že materiál je nezbytné v průběhu výrobního cyklu jednou až dvakrát tepelně zpracovat. Jedině tak lze dosáhnout požadované plasticity vstupního materiálu pro výrobu výlisků náležitého tvaru a s žádoucí kombinací pevnosti a houževnatosti konečného výrobku. Tepelné zpracování materiálu, a to jak úvodní žihání na měkko, tak i finální kalení a popouštění hotových výrobků, je energeticky a tedy i ekonomicky velmi náročné a značně zvyšuje energetickou náročnost celé výroby, délku výrobního cyklu, nároky na výrobní zařízení a na pracovníky. S finálním tepelným zpracováním je spojena i zvýšená zmetkovitost při výrobě, spočívající v tvarových distorzích finálních výrobků při kalení.

Podstata vynálezu

45

50

Výše uvedené nevýhody stávajícího stavu techniky odstraňuje v podstatné míře způsob výroby vysoce pevných objemově za studena tvářených výrobků podle vynálezu. Tyto výrobky se vyrábějí z ocelového polotovaru ve formě drátu nebo tyče, obsahujícího 0,03 až 0,13 % hmotnostních uhlíku, 1,2 až 2,5 % hmotnostních manganu, 0,3 až 1,2 % hmotnostních křemíku, 0,003 až 0,05 % hmotnostních hliníku, stopy až 0,025 % hmotnostních fosforu, stopy až 0,025 % hmotnostních síry, zbytek železo a ostatní doprovodné prvky jako nečistoty, jeho válcováním za tepla s doválcovací teplotou 900 až $1\,050\text{ }^{\circ}\text{C}$, ochlazováním a následným tvářením za studena tažením a objemovým tvářením s předúpravami povrchu pro tváření za studena a podstata

vynálezu spočívá v tom, že ochlazování z doválcovací teploty se zahajuje nejpozději do tří sekund po ukončení válcování. Při tomto ochlazování se ocelový polotovár z doválcovací teploty nejprve o dobu 0,5 až 3,5 sekundy ochlazuje na teplotu 740 až 800 °C a poté rychlostí 2 až 8 °C/sekunda po dobu 30 až 80 sekund a dále rychlostí 8 až 18 °C/sekunda až na teplotu, danou

5 teplotním intervalem $\{T_M \text{ at } (T_M - 200)\}^\circ\text{C}$, kde teplota T_M je dána vztahem

$$T_M = 530 - 415 C + 90 C^2 - 35 Mn \text{ } (^\circ\text{C}), \quad (1)$$

v němž značí

10

T_M - teplotu vzniku martenzitické přeměny

C - hmotnostní procentuální obsah uhlíku

Mn - hmotnostní procentuální obsah manganu.

15

Po následném volném dochlazení z této teploty se ocelový polotovár před konečným objemovým tvářením táhne za studena s deformací nejmeně 3 %.

Podstata vynálezu spočívá dále v tom, že se ocelový polotovár po tažení a konečném objemovém tvářením za studena popouští při teplotě 150 až 550 °C po dobu 15 až 60 minut.

20

Takto zpracovaný materiál má ve stavu po válcování za tepla dostatečnou tvařitelnost za studena pro výrobu i tvarově složitých objemově tvářených výrobků. Vysoká pevnost ve válcovém stavu a rychlost deformačního zpevňování umožňuje dosažení požadované vysoké pevnosti a houževnatosti konečných výrobků i bez kalení a popouštění. Konečnou hladinu pevnosti a houževnatosti výsledných výrobků lze regulovat dle zpracovatelských požadavků zejména

25

hmotnostními obsahy uhlíku, manganu a křemíku ve výše uvedených intervalech a rychlostmi ochlazování. S růstem hmotnostního obsahu uhlíku, manganu a křemíku a zvyšováním ochlazovací teploty roste mez pevnosti materiálu ve stavu po válcování v intervalu 500 až 800 MPa. Vhodnou kombinací výchozího chemického složení, rychlosti ochlazování a velikosti deformace za studena lze získat výrobek o pevnosti 600 až 2000 MPa. Výsledné vysoce pevné, za studena objemově tvářené, výrobky, vyráběné způsobem dle vynálezu, mají vyšší povrchovou

30

kvalitu, přičemž v povrchové vrstvě nedochází k oduhličení. Výrobky je možno přímo po vylišování zinkovat nebo jinak povrchově upravovat, bez předchozího moření.

35

Výhodou způsobu podle vynálezu oproti dosud známým způsobům výroby například spojovacích součástí a strojních dílů je eliminace jak vstupního žíhání ocelového polotovaru tak i konečné zušlechťování resp. jakékoli tepelné zpracování ať již v průběhu výroby nebo konečných výrobků. Zařízením případného popouštění výrobků podle vynálezu po jejich konečném objemovém tvářením za studena nedochází přitom jako při klasickém popouštění ke zvýšení

40

plastických vlastností při poklesu tvrdosti a pevnosti materiálu, ale dochází s výhodou ke zvýšení jak plastických tak současně i pevnostních vlastností.

Příklady provedení vynálezu

45

Příklad 1

50

Pro výrobu vysoce pevných šroubů bylo použito ocelových polotovarů ve formě drátu o průměru 5,5 mm s chemickým složením uvedeným v tabulce I. Tento ocelový drát byl řízeně válcován a ochlazován s doválcovací teplotou 950 až 980 °C, za 0,3 sekundy bylo zahájeno ochlazování drátu vodou. Drát byl za 0,8 sekundy ochlazen na teplotu 750 až 770 °C. Z této teploty byl ochlazován rychlostí 5 až 8 °C/sekunda po dobu 40 sekund a dále rychlostí 15 až 18 °C/sekunda

až na teplotu 280 až 330 °C, tj. na teplotu o 100 až 150 °C nižší než je teplota T_M , rovnající se podle tabulky I a výpočtu dle vztahu (1) pro dané chemické složení teplotě 430 °C. Dále se dochlazoval volně bez již jakýchkoliv požadavků na ochlazovací rychlosti na vzduchu.

- 5 Takto vyrobený drát o průměru 5,5 mm byl za studena zpracováván v několika níže uvedených variantách.

10 Varianta 1A

Drát o průměru 5,5 mm byl tažen za studena na drát o průměru 4,85 mm s deformací redukcí 22 %. Následně byl metodou objemového tváření za studena vyroben šroub M5 x 16 s šestihrannou hlavou. Deformace při objemovém tváření dosahovala v hlavě 72,8 % a ve dříku 17,3 %. Mechanické vlastnosti šroubu jsou uvedeny v tabulce II.

15 Varianta 1B

20 Drát průměru 5,5 mm byl tažen za studena na drát průměru 5,29 mm s deformací redukcí 7,5 %. Následně byl metodou objemového tváření za studena vyroben šroub M6 x 40 s vnitřním šestihranem. Deformace při objemovém tváření dosahovala v hlavě 71,2 % a ve dříku 30,5 %. Mechanické vlastnosti šroubu jsou opět uvedeny v tabulce II.

25 Příklad 2

Pro výrobu vysoce pevných šroubů bylo použito ocelových polotovarů ve formě drátu o průměru 5,5 mm s chemickým složením uvedeným v tabulce I. Tento ocelový drát byl řízeně válcován a ochlazován s doválcovací teplotou 1 010 až 1 040 °C, za 0,3 sekundy bylo zahájeno ochlazování drátu vodou. Drát byl za 0,8 sekundy ochlazen na teplotu 760 až 790 °C. Z této teploty byl ochlazován rychlostí 5 až 8 °C/sekunda po dobu 47 sekund a dále rychlostí 15 až 18 °C/sekunda až na teplotu 250 až 300 °C, tj. na teplotu o 147 až 197 °C nižší než je teplota T_M , rovnající se podle tabulky I a výpočtu dle vztahu (1) teplotě 447 °C. Dále se ochlazoval volně na vzduchu. Takto vyrobený drát o průměru 5,5 mm byl za studena zpracováván rovněž v několika níže uvedených variantách.

40 Varianta 2A

Drát průměru 5,5 mm byl tažen za studena na drát o průměru 5,29 mm s deformací redukcí 7,5 %. Následně byl metodou objemového tváření za studena vyroben šroub M6 x 16 s šestihrannou hlavou. Deformace při objemovém tváření dosahovala v hlavě 79,2 % a ve dříku 30,5 %. Vlastnosti šroubu po objemovém tváření za studena jsou uvedeny v tabulce II. Po zpracování těchto šroubů dle bodu 2 definice popouštění při teplotě 300 °C po dobu 30 minut bylo dosaženo vlastností, které jsou uvedeny v tabulce III.

45 Varianta 2B

50 Drát průměru 5,5 mm byl tažen za studena na drát o průměru 4,41 mm s deformací redukcí 35,7 %. Následně byl metodou objemového tváření za studena vyroben šroub M5 x 35 s šestihrannou hlavou. Deformace při objemovém tváření dosahovala v hlavě 77,5 % a ve dříku 0 %. Vlastnosti šroubů po objemovém tváření za studena jsou uvedeny v tabulce II. Při

popouštění při teplotě 300 °C po dobu 30 minut podle 2. bodu definice bylo dosaženo vlastností, uvedených v tabulce III.

5 Varianta 2C

Drát průměru 5,5 mm byl tažen za studena na drát o průměru 4,85 mm s deformací redukcí 22,2 %. Následně byl metodou objemového tváření za studena vyroben šroub M5 x 40 s šestihrannou hlavou. Deformace při objemovém tváření dosahovala v hlavě 72,8 % a ve dřívku 17,3 %. Vlastnosti šroubu po objemovém tváření za studena jsou uvedeny v tabulce II. Při zpracování těchto šroubů popouštěním při teplotě 550 °C po dobu 40 minut bylo dosaženo vlastností, které jsou uvedeny v tabulce III.

15 Tabulka I

Chemické složení materiálu pro příklad 1 a 2, včetně teploty martenzitické přeměny T_M

příklad	C	Mn	Si	S (%)	P	Al	T_M (°C)
1	0,085	1,85	0,75	0,018	0,020	0,007	430
2	0,07	1,55	0,56	0,016	0,018	0,016	447

20

Tabulka II

Mechanické vlastnosti šroubů

příklad (varianta)	R_m (MPa)	HB (-)
1A	807 až 897	232 až 258
1B	910 až 987	262 až 284
2A	840 až 960	240 až 275
2B	798 až 975	228 až 280
2C	773 až 897	222 až 258

25

Tabulka III

Mechanické vlastnosti šroubů zpracovaných popouštěním

30

příklad	R_m (MPa)	HB (-)
2A	1060 až 1090	304 až 313
2B	1080 až 1175	309 až 338
2C	767 až 820	220 až 235

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Způsob výroby vysoce pevných objemově za studena tvářených výrobků, zejména spojovacích součástí a strojních dílů čepového charakteru o pevnosti v tahu 600 až 2000 MPa, z ocelového polotovaru ve formě drátu nebo tyče, obsahujícího 0,03 až 0,13 % hmotnostních uhlíku, 1,2 až 2,5 % hmotnostních manganu, 0,3 až 1,2 % hmotnostních křemíku, 0,003 až 0,05 % hmotnostních hliníku, stopy až 0,025 % hmotnostních fosforu, stopy až 0,025 % hmotnostních síry, zbytek železo a ostatní doprovodné prvky jako nečistoty, jeho válcováním za tepla s doválcovací teplotou 900 až 1050 °C, ochlazováním a následným tvářením za studena tažením a objemovým tvářením s předúpravami povrchu pro tváření za studena, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že ochlazování z doválcovací teploty se zahajuje nejpozději do tří sekund po ukončení válcování, přičemž se ocelový polotovar z doválcovací teploty nejprve po dobu 0,5 až 3,5 sekundy ochlazuje na teplotu 740 až 800 °C a poté rychlostí 2 až 8 °C/sekunda po dobu 30 až 80 sekund a dále rychlostí 8 až 18 °C/sekunda až na teplotu, danou teplotním intervalem $\{T_M \text{ až } (T_M - 200)\} \text{ °C}$, kde teplota T_M je dána vztahem

20

$$T_M = 530 - 415 C + 90 C^a - 35 Mn \text{ (°C)},$$

v němž značí

T_M - teplotu vzniku martenzitické přeměny

25

C - hmotnostní procentuální obsah uhlíku

Mn - hmotnostní procentuální obsah manganu,

přičemž po následném volném dochlazení z této teploty se ocelový polotovar před konečným objemovým tvářením táhne za studena s deformací nejméně 3 %.

30

2. Způsob výroby vysoce pevných objemově za studena tvářených výrobků podle nároku 1. **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že po tažení za studena a konečném objemovém tvářením za studena se provádí popouštění při teplotě 150 až 550 °C po dobu 15 až 60 minut.

35

40

Konec dokumentu
