

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

263 547

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 06 87
(21) PV 4051-87.U

(51) Int. Cl.⁶
B 21 B 1/28

(40) Zveřejněno 16 09 88
(45) Vydáno 15 01 90

(75)
Autor vynálezu

MÍSTECKÝ EMERICH ing., OSTRAVA,
FILIP FRANTIŠEK ing., VRATIMOV,
BOŘUTA JOSEF ing., HAVÍŘOV

(54)

Způsob výroby za studena válcovaných
ocelových pásů určených pro kalení

Úkolem řešení je vyvinout způsob výroby za studena válcovaných ocelových pásů určených pro kalení u uhlíkových a legovaných ocelí s hmotnostními obsahy uhlíku od 0,15 do 1, % a legujících prvků do celkového obsahu 8 %. Podstata řešení je, že za tepla válcovaný pás se po vymoření nejdříve válcuje za studena s celkovou poměrnou deformací tloušťky 20 až 70 % a dále na měkko žihá s deseti až dvacetipěti hodinovou výdrží žíhané vsázky v teplotním rozmezí 580 až 630 °C.

Vynález se týká způsobu výroby za studena válcovaných ocelových pásů určených pro kalení, z uhlíkových nelegovaných a legovaných ocelí s hmotnostními obsahy uhlíku od 0,15 do 1 % a dalších legujících prvků až do celkového obsahu 8 %, s jemnými vysoce disperzními karbidy v základní jemnozrné, homogenní feritické struktuře.

Pásové oceli, určené pro zušlechťování na průběžných linkách anebo k výrobě tenkostěnných součástí, dále kusově kalených, se většinou vyrábějí válcováním za studena v kombinaci se žíháním, a to z pásů odválcovaných za tepla a návazně navinutých do svitků, většinou z výšeuhlíkových ocelí s obsahy uhlíku nad 0,35 %, ale i z ocelí s nižšími obsahy uhlíku až do 0,15 % hmotnostních, zejména v kombinaci s dalšími legujícími prvky jako manganem, chromem, křemíkem, niklem, molybdénem, wolframem a vanadem, zvyšujícími prokalitelnost anebo jemnozrnost struktury, především množství, disperzi a tvrdost karbidů, s ohledem na jejich záměrované použití.

Za studena válcované pásové oceli určené pro kalení, s vyššími obsahy uhlíku, zejména legované, se prakticky vždy v průběhu výroby alespoň jedenkrát žíhají, buďto sferoidizačně za účelem dosažení sferoidizace lamelárních karbidů, případně ještě rekrytalizačně, především pásy menších tlouštěk. Přitom běžné stacionární sferoidizační žíhání na měkko se provádí při teplotách nad 680°C, vyjimečně nad 640°C, a to i v případech, že již byly před žíháním aplikovány větší deformace než 20 a 30 %, které již výrazně urychlují kinetiku sferoidizace lamelárních karbidů, což v důsledcích způsobuje zejména u nelegovaných eutektoidních a podeutektoidních ocelí nárůst

sferoidizovaných globulárních karbidů a tím i snížení jejich disperze v základní feritické matici, což je z hlediska jejich návazného zpracování zušlechtováním značně nevýhodné a nelze již při běžném zpracování výrazněji ovlivnit. Tyto nepříznivé jevy ve struktuře předmětných pásových ocelí jsou obzvláště nevýhodné při výrobě tenkých ocelových pásů, které po válcování za studena v takto na měkko vyžíhaném stavu vyžadují ještě provedení dalších žíhání rekrytalizačních, běžně prováděných ve svitcích v teplotním rozmezí 620 až 680°C, kdy může docházet k dalšímu nárůstu globulárních karbidů a tím dalšímu snížení jejich hustoty či disperze v základní feritické matici, většinou rovněž hrubozrnějšího charakteru. Kromě toho je při uvedených běžných postupech stacionárního sferoidizačního i rekrytalizačního žíhání předmětných pásových ocelí ve svitcích zvýšené nebezpečí alespoň částečného přehřátí žíhané vsázky nad A_{C1} a tím spojeného vzniku heterogenit ve struktuře, ať již se jedná o značně rozdílnou velikost karbidů, či v horším případě, při delší době lokálního přehřátí o místní vznik hrubě lamelárních karbidů a přirozeně i o zvýšené nebezpečí nežádoucího povrchového oduhličení. Takovéto struktury způsobují nejen zhoršení technologické tvařitelnosti za studena předmětných pásů a jejich další technologické zpracovatelnosti vůbec, ale vzhledem k jejich určení velmi negativně ovlivňují i ekonomičnost výroby zušlechtovaných pásů také proto, že pásy s popsányými heterogenními strukturami s hrubými karbidy, ať již globulárního, či lamelárního typu, vyžadují použití vyšších austenitizačních teplot a delších dob austenitizace vzhledem k jejich pomalejšímu rozpouštění v austenitu než-li je tomu u jemnozrnějších karbidů a následně i pomalejší homogenizaci austenitu při ohřevu pásů ke kalení, což dále znamená i hrubozrnější martenzit po kalení, zvýšené oduhličování povrchu, větší strukturální a tepelná pnutí a tím i zvětšení tvarových změn, sníženou jakost, zvýšený výmět a celkové zhoršení užitečných vlastností zušlechtěných pásů.

Pásové oceli z podeutektoidních ocelí, určené k průběžnému zušlechťování, se někdy také přímo válcují za studena bez mezižihání až na konečnou tloušťku, což sice v důsledcích výrazně urychluje austenitizaci při ohřevu ke kalení, ale obzvláště u podélně nedešených pásů z legovaných ocelí často z důvodů nadměrného zpevnění válcováním za studena v součinnosti s mikrotrhlinami na hranách pásů dochází k jejich roztržení při průchodu zušlechťovací linkou nebo obzvláště u tenších pásů dochází ke ztrátě jejich tvarové stability v důsledku sumarizace vnitřních pnutí z nadměrného zpevnění a teplotních pnutí již při austenitizačním ohřevu, případně při kalení.

U takto vyrobených pásů z nelegovaných ocelí, případně ocelí legovaných, zejména manganem a křemíkem, dochází zpravidla ke vzniku heterogenit až zhrubnutí struktury při jejich austenitizaci ještě dříve než-li dojde k potřebné homogenizaci austenitu před kalením se všemi negativními důsledky, zejména snížením plastických vlastností a houževnatosti, případně zvýšením množství zbytkového austenitu a snížení pevnosti, pružnosti a otěruvzdornosti, zejména u ocelí legovaných niklem, přičemž zvýšená strukturní pnutí vždy napomáhají ztrátě tvarové stability zušlechťovaných pásů.

Uvedené nevýhody, vyplývající ze stávajících postupů výroby za studena válcovaných ocelových pásů určených pro kalení, odstraňuje způsob výroby za studena válcovaných a žíhaných ocelových pásů, určených pro kalení, z uhlíkových a legovaných ocelí s hmotnostními obsahy uhlíku 0,15 až 1 % a dalších legujících prvků jednotlivě nebo ve vzájemných kombinacích až do celkového obsahu 8 % hmotnostních, jako manganu 0,1 až 2 %, křemíku 0,01 až 2 %, niklu 0,01 až 3 %, chrómu 0,01 až 4 %, molybdénu až 1 %, wolframu až 2 %, vanadu až 0,3 %, niobu až 0,5 %, zirkonu až 0,5 %, titanu až 1 %, hliníku 0,001 až 0,2 %, případně ceru a kovů vzácných zemin až do celkového obsahu 0,3 %, zbytek železo a v obvyklých obsazích přítomné nečistoty, plyny a jiné příměsi podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že za tepla válcovaný pás se po vymoření nejdříve

válcuje za studena s celkovou poměrnou deformací tloušťky 20 až 70 %, načež se na měkko vyžihá s deseti až dvacetipěti hodinovou výdrží v teplotním rozmezí 580 až 630°C. Podle potřeby, dané především požadavkem na konečnou tloušťku, se pás před průběžným zušlechťováním může po žihání na měkko ještě dále za studena válcovat s celkovou deformací tloušťky 1 až 80 %, případně ještě rekrytalizačně vyžihat se tří až dvanácti hodinovou výdrží v teplotním rozmezí 520 až 620°C, respektive ještě dále válcovat s celkovou deformací tloušťky 1 až 70 %.

Výhodou způsobu podle vynálezu jsou optimální kombinace velikostí deformací za studena před žiháním na měkko a případně rekrytalizačním žiháním a podmínek žihání, tedy teplot i dob výdrží a případně následných deformací za studena, s výsledným efektem projevujícím se jednak na podstatném zjemnění makro i mikrostruktury a její homogenizaci a na zvýšení vnitřní energie podle vynálezu vyrobených ocelových pásů, což následně urychluje kinetiku austenitizace při jejich ohřevu ke kalení v důsledku rychlejšího rozpouštění jemných vysocedisperzních karbidů v austenitu i urychlení kinetiky jeho homogenizace, a tím umožňuje použít nižších austenitizačních teplot a kratších dob austenitizace, respektive rychlejších průchodů pásů zušlechťovací linkou, případně zvětšení počtu pásů průběžně vedle sebe zušlechťovaných, což jednak přináší úspory energie již při žiháních, prováděných za snížených teplot v důsledku aplikací větších deformací za studena a tím deformačního narušení původně lamelárního uspořádání karbidů před prvním žiháním, respektive urychlením kinetiky rekrytalizace jemnozrnějšího a homogennějšího deformovaného feritu také při případném dalším žihání a rovněž snižuje energetickou náročnost, případně zvyšuje výkon při návažném zušlechťování součástí, či pásů na průběžných linkách a navíc příznivě působí i na konečnou strukturu a vlastnosti a tvarovou i rozměrovou stabilitu jak kusově zušlechťovaných součástí, tak i zejména průběžně zušlechťovaných ocelových pásů, vyrobených z předmětných polotovarů, to je za studena válcovaných a žiháných ocelových pásů podle vynálezu.

Pro bližší objasnění podstaty vynálezu jsou dále uvedeny 2 příklady jeho využití.

Podle vynálezu byly z oceli o chemickém složení v procentech hmotnostních uhlík 0,67 %, mangan 0,67 %, křemík 0,26 %, fosfor 0,008 %, síra 0,014 %, měď 0,04 %, nikl 0,06 %, chróm 0,07 %, molybdén 0,03 %, wolfram 0,02 %, vanad 0,018 %, hliník 0,012 %, zbytek železo a běžné další příměsi a plyny, vyrobeny tenké ocelové pásy o rozměru 220 x 1 mm, určené po podélném dělení na rozměr 70 x 1 mm k průběžnému kalení. Za tepla válcované pásy o kusových hmotnostech svitků 1050 kg a rozměrech 220 x 2,5 mm byly po vymoření za studena válcovány na mezirozměr tloušťky 1,8 mm v původní šířce, čímž došlo u materiálu dvacetiosmiprocentní celkové poměrné deformaci tloušťky před žíháním. Následovalo žíhání v jednosloupcové hrncové peci s dusíko-vodíkovou ochrannou atmosférou, bez nucené cirkulace, přičemž celková hmotnost vsázky činila 5.250 kg a doba výdrže žíhané vsázky činila 20 hodin v teplotním rozmezí 600 - 620°C. Po žíhání následovalo druhé válcování za studena až na konečnou tloušťku pásů 1 mm, čímž došlo k celkové poměrné deformaci tloušťky pásů cca 44 %. Poté se za studena válcované pásy podélně dělily na rozměry 70 x 1,0 mm a průběžně zušlechtovaly kalením a popouštěním za následujících podmínek. Teplota austenitizace pásů při ohřevu před kalením činila 810°C, výdrž 45 sekund, následovalo zakalení do oleje o teplotě 50°C a popouštění s výdrží 20 sekund na teplotě 350°C a po vychlazení navíjení pásů do svitků.

Rychlost posuvu pásů při zušlechťování na průběžné kalicí lince činila 1,61 metrů za minutu, přičemž se zušlechtovaly 3 pásy vedle sebe, což ve srovnání s běžným postupem znamená její zvýšení o 4 % a tím i zvýšení výkonu linky. Přitom zušlechťené pásy měly jemnozrnnou homogenní strukturu a příznivou kombinací výsledných mechanických vlastností, zjištěné hodnoty činily pevnost R_m 1640 až 1720 MPa a tažnost A_5 4,2 až 5,1 % a naměřená maximální korýtkovitost 0,2 mm svědčila o velmi dobré tvarové stabilitě a geometrii takto vyrobených pásů.

S využitím způsobu výroby podle vynálezu byly vyrobeny tenké ocelové pásy o rozměru 210 x 0,6 mm, určené po dělení na rozměr 28 x 0,6 mm k zušlechtování na průběžné lince. Za tepla válcované pásy z oceli o chemickém složení v procentech hmotnostních, uhlík 0,43 %, mangan 0,75 %, křemík 0,32 %, fosfor 0,026 %, síra 0,022 %, měď 0,05 %, nikl 0,04 %, chróm 0,08 %, molybdén 0,03 %, wolfram 0,02 %, vanad 0,015 %, hliník 0,0055 %, zbytek železo, běžné příměsi a plyny o kusových hmotnostech svitků 980 kg a rozměrech 210 x 2,5 mm, byly po vymoření nejdříve válcovány za studena až na mezírozměr 210 x 1,6 mm, čímž došlo k celkové poměrné deformaci tloušťky pásu 36 %. Poté byly pásy ve svitcích žíhány v jednosloupcové poklopcové peci o hmotnosti sloupce svitků žíhané vsázky 13.720 kg, přičemž doba výdrže žíhané vsázky činila 15 hodin v teplotním rozmezí 590 až 610°C. Následovalo druhé válcování za studena až na konečnou tloušťku 0,6 mm, čímž došlo k celkové deformaci tloušťky pásů po žíhání 62,5 %. Následovalo podélné dělení pásů na rozměr 28 x 0,6 mm a zušlechtování na průběžné lince, přičemž byla zachována u daného rozměru pásu rychlost jejich průchodu linkou 3,03 metrů za minutu. V důsledku aplikace výrobního způsobu podle vynálezu byly vedle sebe současně průběžně zušlechtovány 4 pásy, místo běžně používaných 3 pásů daného rozměru, a to při zachování kvality jak co do struktury, mechanických vlastností, tak i tvarové stability a geometrie takto zušlechtěných pásů, to vše při výrazném zvýšení výkonu linky.

Zušlechtování probíhalo za následujících podmínek. Teplota austenitizace pásů 850°C s dobou výdrže 30 sekund, kalení do 60°C teplého oleje, popouštění s výdrží 30 sekund na teplotě 400°C a následným navinutím pásů do svitků.

Takto zušlechtěné pásy vykázaly příznivou kombinaci mechanických vlastností, a to pevnost R_m v rozmezí 1265 až 1348 MPa a tažnost A_5 9,6 až 11,3 % a rovněž u tenkých pásů velmi příznivou tvarovou stabilitu a geometrii, zjištěná korýtkovitost 0,0 mm.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby za studena válcovaných ocelových pásů určených pro kalení z uhlíkových a legovaných ocelí o chemickém složení s obsahem prvků v procentech hmotnostních uhlík 0,15 až 1,0 % a dále jednotlivě nebo ve vzájemných kombinacích až do celkového obsahu 8 % legujících prvků, jako mangan 0,1 až 2 %, křemík 0,01 až 2 %, nikl 0,01 až 3 %, chróm 0,01 až 4 %, molybdén až 1 %, wolfram až 2 %, vanad až 0,3 %, hliník 0,001 až 0,2 %, niob až 0,5 %, zirkon až 0,5 %, titan až 1 %, případně cer a kovy vzácných zemin až do celkového obsahu 0,3 %, zbytek železo a v obvyklých obsazích přítomné nečistoty, plyny a jiné příměsi, vyznačený tím, že za tepla válcovaný pás se po vymoření nejdříve válcuje za studena s celkovou poměrnou deformací tloušťky až 70 % a dále na měkko žíhá s deseti až dvacetipětí hodinovou výdrží žíhané vsázky v teplotním rozmezí 580 až 630°C.

2. Způsob výroby podle bodu 1, vyznačený tím, že vyžíhaný pás se dále válcuje za studena s celkovou poměrnou deformací tloušťky 1 až 80 %.

3. Způsob výroby podle bodu 2, vyznačený tím, že pás se po válcování za studena ještě rekrytalizačně žíhá s dobou výdrže 3 až 12 hodin v teplotním rozmezí žíhané vsázky 520 až 620°C.

4. Způsob výroby podle bodu 3, vyznačený tím, že vyžíhaný pás se dále válcuje za studena s celkovou poměrnou deformací tloušťky 1 až 70 %.