

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 305 540

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*C22C 38/00* (2006.01)  
*C21D 7/13* (2006.01)  
*C21D 8/00* (2006.01)  
*C21D 1/00* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-348**  
(22) Přihlášeno: **21.05.2014**  
(40) Zveřejněno: **25.11.2015**  
**(Věstník č. 47/2015)**  
(47) Uděleno: **14.10.2015**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **25.11.2015**  
**(Věstník č. 47/2015)**

(56) Relevantní dokumenty:  
(Dagmar Jandová, Světelná a elektronová mikroskopie svarového spoje oceli P91; konference Metal 2005, Hradec nad Moravicí; [http://www.metal2014.com/files/proceedings/metal\\_05/papers/190.pdf](http://www.metal2014.com/files/proceedings/metal_05/papers/190.pdf)) 24. až 26.5.2005.  
CZ 2010-850 A3; WO 2010040333 A1; US 2006137781 A1; EP 1031631 A2; EP 0758023 A1; WO 2005103317 A1; WO 2007024192 A1.

(73) Majitel patentu:  
Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, CZ

(72) Původce:  
prof. Dr. Bohuslav Mašek, Kaznějov, CZ  
Dr. Ing. Hana Jirková, Strakonice, CZ  
Ing. David Aišman, Plzeň, CZ  
Ing. Filip Vančura, Zlín, CZ

(54) Název vynálezu:  
**Způsob tepelného zpracování  
vysokolegované oceli**

(57) Anotace:  
Řešení se týká způsobu tepelného zpracování vysokolegované oceli výsledně tvořené strukturou z nerozpuštěných karbidů kovu v podobě globulitických částic, austenitickou a martenzitickou strukturou. Tepelné zpracování spočívá v ohřevu kovového polotovaru na teplotu v rozmezí od 1270 do 1280 °C, rychlosti ohřevu v rozmezí od 40 až 45 °C/s, poté se na kovový polotovar působí tlakem v tixotropním procesu a následně se nechá vychladnout na teplotu okolí.

**CZ 305540 B6**

## Způsob tepelného zpracování vysokolegované oceli

### Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu tepelného zpracování vysokolegované oceli výsledně tvořené strukturou z nerozpuštěných karbidů kovu v podobě globulitických částic, s austenitickou a martenzitickou strukturou.

10

### Dosavadní stav techniky

Vysokolegované oceli jsou v literatuře označovány, jako oceli s obsahem legujících prvků je vyšší než 10 %. Kombinací legujících prvků se dosahuje potřebných mechanických, fyzikálních a chemických vlastností. Vlastnosti takových ocelí jsou závislé nejen na chemickém složení, ale především na struktuře – tj. na fázovém složení a na tvaru a uspořádání jednotlivých fází. Požadované struktury se dosahuje u ocelí vhodného chemického složení tepelným zpracováním. Tepelné zpracování zahrnuje všechny postupy, při nichž se vnitřní stavba kovu záměrně mění pomocí změn teploty.

20

Při tepelném zpracování mohou probíhat změny struktury ve dvou směrech: je-li struktura v nerovnovážném stavu, lze použít postupů směřujících k dosažení termodynamické rovnováhy, kterou představuje diagram Fe–Fe<sub>3</sub>C. Tyto postupy se souhrnně označují jako žhání. Při tomto druhu zpracování vzniká v závislosti na obsahu uhlíku feritická, feriticko–perlitická nebo ledeburitická struktura. Druhou skupinou procesů je vytváření nerovnovážných struktur, které vznikají rychlým ochlazením. Tím vznikají martenzitické a bainitické struktury s vysokou pevností, avšak malou houževnatostí. Tyto procesy se označují jako kalení. Dále je kupříkladu známé tepelné zpracování označované jako tixotropní tváření. Vhodnost ocelí pro tixotropní tváření je dána mnoha kritérii. Nejčastěji jsou popisovány technologickými parametry, které dokumentují jejich chování při jejich zpracování v semi–solid stavu. Zpravidla nejsledovanější z nich je teplotní interval mezi solidem a likvidem, neboť dosavadní technika nebyla schopna řídit teplotu v objemu zpracovávaného materiálu s potřebnou přesností a dostatečně malými odchylkami teplot. Čím širší je interval mezi solidem a likvidem, tím rovnoměrnějších vlastností lze v objemu materiálu dosáhnout. Nejčastěji je udáváno, že tento interval závisí zejména na chemickém složení materiálu. Částečně ho lze ovlivnit způsobem ohřevu a jeho rychlostí, ev. i strukturou výchozího materiálu. Informace o korelacích s výchozí strukturou se v literatuře prakticky nevyskytují. Vhodnost ocelí pro zpracování v semi–solid stavu není však dána jen absolutním teplotním intervalem mezi solidem a likvidem, ale zejména křivkou popisující podíl solidu a likvidu v závislosti na teplotě při procesu natavování. Ta však může být značně závislá na struktuře a lokálním přerozdělení chemického složení. Co se týče strukturního stavu a zejména přípravy ocelového polotovaru pro tixotropní tváření jiným než klasickým způsobem, jsou informace v literatuře zatím uvedeny pouze v ojedinělých případech.

45

### Podstata vynálezu

Vynález se týká způsobu tepelného zpracování vysokolegované oceli. Při takovém zpracování vzniká speciální struktura, která je tvořena nerozpuštěnými karbidy kovu v podobě globulitických částic, s austenitickou a martenzitickou strukturou.

50

Způsob tepelného zpracování vysokolegované oceli je tvořen následujícím postupem: kovový polotovar se ohřeje se na teplotu v rozmezí od 1270 do 1280 °C, rychlostí ohřevu v rozmezí od 40 až 45 °C/s, poté se na kovový polotovar působí tlakem v tixotropním procesu a následně nechá se vychladnout na teplotu okolí.

55

Objasnění výkresů

Na obrázku č. 1 a obr. č. 2 je vyobrazena výsledná struktura za použití světelného mikroskopu, na obr. č. 3 je vyobrazena výsledná struktura za použití skenovacího mikroskopu.

5

Příklady uskutečnění vynálezu

Pro experimentální příklad byla zvolena ocel, které by svým chemickým složením odpovídala a umožňuje navrženou koncepci zpracování. Na základě výpočtů byla vybrána ocel CPM 15 V vyrobená práškovou metalurgií. V základním stavu je tvořena karbidy vanadu a chromu uloženými ve feritické matici. Jedná se o ocel s vysokou odolností vůči opotřebení a vysokou tvrdostí. Její velkou nevýhodou je nízká tvařitelnost a obrobiteľnosť.

15

C	Cr	V	Mo	Mn	Si
3,40	5,25	14,5	1,30	0,50	0,90

Tab. 1: Chemické složení oceli CPM 15V (% hmotn.)

Pro získání ucelenějšího obrazu o mechanických vlastnostech byla dále zvolena zkouška tlakem, díky které lze porovnávat deformační odezvu na zatěžování materiálu.

20

Ve výchozím stavu byla naměřena průměrná hodnota tvrdosti 298 HV10. Ve stavu po tixotropním tváření byla tvrdost 728 HV10. Stejný trend byl pozorován při zkoušce tlakem, kde mez kluzu vzrostla z původní hodnoty 627 na 1990 MPa, což představuje trojnásobný nárůst. Toto výrazné zvýšení pevnosti v tlaku lze přisuzovat zejména vzniku martenzitu v matici a vyloučení chromu ve formě síťoví. Mikrostruktura materiálu byla po tixotropním tváření tvořena globulárními karbidy vanadu, uloženými v austenitické matici, jak je vidět na obr. 1 a obr. 2. Na základě rentgenové difrakční fázové analýzy bylo zjištěno, že struktura oceli CPM 15V po tixotropním tváření ve středu produktu při teplotě 1270 °C byla tvořena směsí austenitu 50%, fází železa s kubickou prostorově centrovanou mřížkou 29% a karbidy vanadu V8C7 21%. V případě fáze železa alfa se jedná o martenzit. Při srovnání s výchozím stavem oceli CPM 15V bylo zjištěno, že karbidy V8C7 zůstaly ve struktuře zachovány a došlo k přeměně feritické matrice na austenit a martenzit. Výskyt těchto karbidů ve struktuře přináší produktům nové možnosti, jako je například vysoká ořezávací síla. Produkt byl podroben měření tvrdosti dle Vickerse po celé své délce.

25

30

35

	Mez kluzu v tlaku [MPa]		HV10[-]	
	Výchozí stav	Po tixoforningu	Výchozí stav	Po tixoforningu
CPM 15V	627	1990	298	728

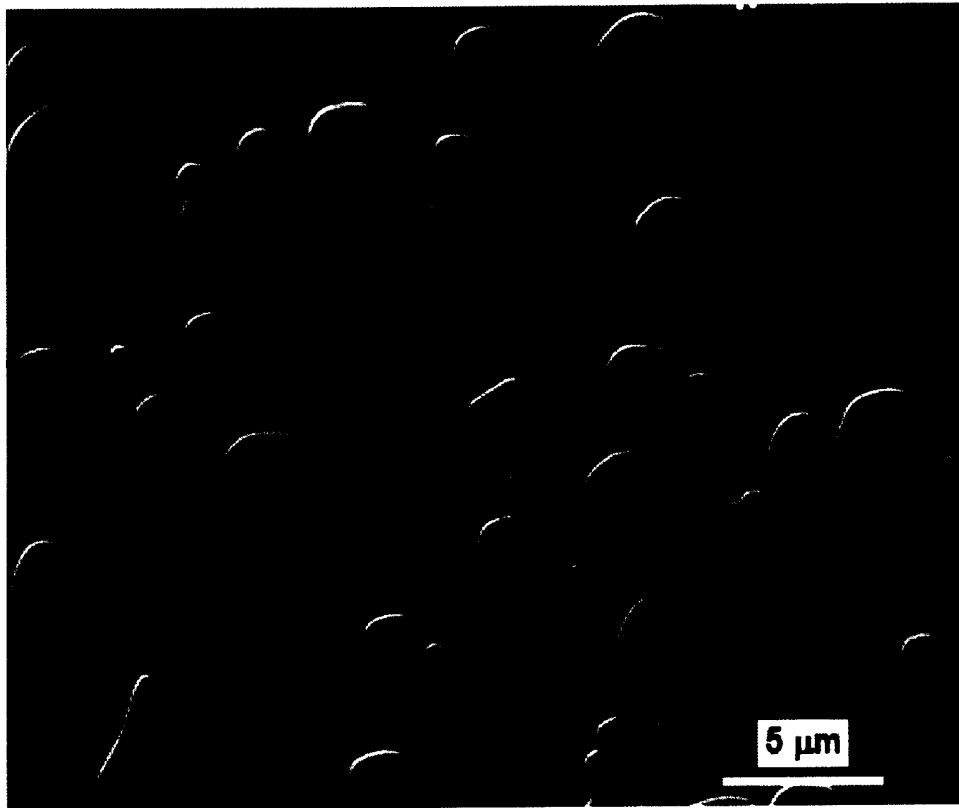
Tab. 2: Srovnání parametrů meze kluzu v tlaku a tvrdosti podle Vickerse

## PATENTOVÉ NÁROKY

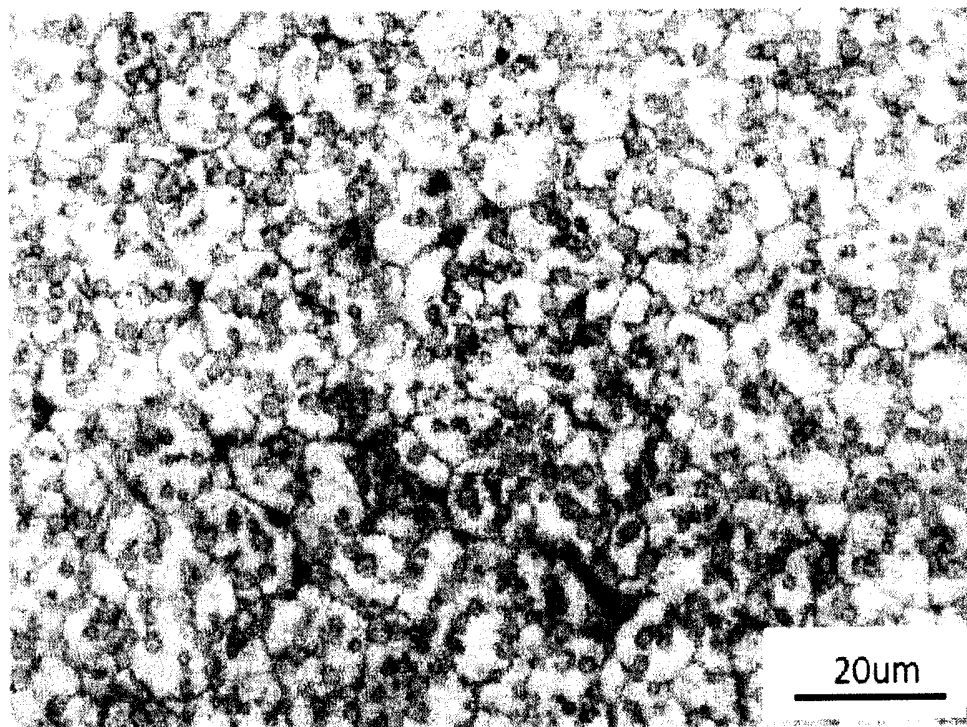
- 5    **1.** Způsob tepelného zpracování vysokolegované oceli tvořené nerozpuštěnými karbidy kovu  
v podobě globulitických částic v rozmezí 10 až 25 hmotn. %, 40 až 50 hmotn. % austenitickou a  
10 až 25 hmotn. % martenzitickou strukturou, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že kovový poloto-  
var se ohřeje na teplotu v rozmezí od 1270 do 1280 °C, rychlostí ohřevu v rozmezí od 40 až  
45 °C/s, poté se na kovový polotovár působí tlakem v tixotropním procesu, a následně se nechá  
10 vychladnout na teplotu okolí.
- 2.** Způsob dosažení struktury vysokolegované oceli podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e**  
**t í m**, že po ohřevu v rozmezí 1270 do 1280 °C následuje tixotropní tváření.

15

2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

---

Konec dokumentu

---