

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

- (21) Číslo přihlášky: **1998-2138**
(22) Přihlášeno: **03.07.1998**
(30) Právo přednosti: **10.07.1997 FR 1997/9708770**
(40) Zveřejněno: **13.01.1999**
(Věstník č. 1/1999)
(47) Uděleno: **24.01.2007**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **07.03.2007**
(Věstník č. 10/2007)

(11) Číslo dokumentu:

297 683

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C21D 1/78 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/18 (2006.01)
C23C 8/22 (2006.01)
C23C 8/26 (2006.01)
C23C 8/30 (2006.01)

- (56) Relevantní dokumenty:
JP 9053149; JP 7097660.

- (73) Majitel patentu:
ASCOMETAL, Puteaux, FR
(72) Původce:
Pichard Claude, Malancourt la Montagne, FR
(74) Zástupce:
JUDr. Otakar Švorčík, Hálkova 2, Praha 2, 12000

- (54) Název vynálezu:
**Způsob výroby mechanické součásti z oceli a
cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel**

- (57) Anotace:
Způsob výroby mechanické součásti z oceli, při kterém se vyrobí polotovary z oceli, kde chemické složení oceli, uvedeno hmotnostně, je: $0,2\% \leq C \leq 0,26\%$, $0,05\% \leq Si \leq 0,5\%$, $1\% \leq Mn < 1,6\%$, $0,4\% \leq Cr \leq 1,5\%$, $0,08\% \leq Mo \leq 0,27\%$, $0\% \leq Ni \leq 0,6\%$, $0,003\% \leq Al \leq 0,06\%$, $0\% \leq Cu \leq 0,3\%$, $0\% \leq S \leq 0,1\%$, $P \leq 0,03\%$, $0\% \leq Ti \leq 0,06\%$, popřípadě až do $0,02\%$ telluru, až do $0,04\%$ selenu, až do $0,07\%$ olova, až do $0,005\%$ vápníku, přičemž zbytek je železo a nečistoty pocházející z výrobního procesu, chemické složení se upraví tak, že křivka při Jominiho testu odpovídá $45\text{ HRC} \leq J_3 \leq 50\text{ HRC}$, $39\text{ HRC} \leq J_{11} \leq 47\text{ HRC}$, $31\text{ HRC} \leq J_{25} \leq 40\text{ HRC}$, a průměrné hodnoty J_{3m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů odpovídají $|J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22| \leq 2,5\text{ HRC}$ a $J_{3m} - J_{15m} \leq 9\text{ HRC}$, a provede se nauhlíčování nebo karbonitridace alespoň části povrchu polotovaru. Jsou také popsány takto získané oceli.

CZ 297683 B6

Způsob výroby mechanické součásti z oceli a cementovaná nebo nitračně cementovaná ocelOblast techniky

5

Tento vynález se týká způsobu výroby mechanické součásti z oceli a cementované nebo nitračně cementované oceli.

10

Dosavadní stav techniky

15

Mnoho mechanických součástí zhotovených z oceli, jako jsou například ozubená kola, má povrch vytvrzen cementováním nebo nitračním cementováním. Za tímto účelem jsou součásti udržovány v atmosféře bohaté na uhlík nebo dusík při teplotě vyšší než 900 °C po dobu několika hodin tak, že dochází k nasycení oceli uhlíkem nebo uhlíkem a dusíkem do určité hloubky pod povrchem difuzí těchto prvků pod povrch a poté jsou součásti kaleny ve studeném, teplém nebo horkém oleji nebo plynu tak, že povrch ztuhne. Cementační nebo nitračně cementační postup může být rovněž prováděn při teplotách vyšších než 1000 °C – v tomto případě jde o cementační nebo nitrační cementační postup.

20

Při výrobě takových součástí jsou užívány oceli obsahující od 0,15 do 0,35 % hmotnostních uhlíku, legované chromem nebo molybdenem, nebo legované chromem a molybdenem. Tato technologie, která vytváří možnost pro získání vysoké tvrdosti na povrchu a v jeho blízkosti a která rovněž umožňuje dosažení dobrých mechanických vlastností v jádru má nevýhodu v tom, že vytváří napětí, která mohou vést k vyřazení součásti před dalším zpracováním nebo jejímu postoupení drahému strojnímu zpracování.

25

Nyní bylo nalezeno odstranění výše popsaných nevýhod zhotovením prostředků pro výrobu ocelových součástí, u kterých alespoň část povrchu je vytvrzena cementováním nebo nitračním cementováním (neboli nauhličováním nebo karbonitridací), zejména za vysoké teploty.

30

Podstata vynálezu

35

Způsob výroby mechanické součásti z oceli nauhličováním nebo karbonitridací, jehož podstata spočívá v tom že se vyrobí polotovár z oceli o chemickém složení, dále uvedeném v procentech hmotnostních:

$$0,2 \% \leq C \leq 0,26 \%$$

40

$$0,05 \% \leq Si \leq 0,5 \%$$

$$1 \% \leq Mn < 1,6 \%$$

$$0,4 \% \leq Cr \leq 1,5 \%$$

$$0,08 \% \leq Mo \leq 0,27 \%$$

$$0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$$

45

$$0,003 \% \leq Al \leq 0,06 \%$$

$$0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$$

$$0 \% \leq S \leq 0,1 \%$$

$$P \leq 0,03 \%$$

$$0 \% \leq Ti \leq 0,06 \%$$

popřípadě až do 0,02 % telluru, až do 0,04 % selenu, až do 0,07 % olova, až do 0,005 % vápníku, přičemž zbytek je železo a nečistoty pocházející z výrobního procesu, kde chemické složení se upraví tak, že křivka při Jominiho testu oceli je taková, že:

5

$$45 \text{ HRC} \leq J_3 \leq 50 \text{ HRC}$$

$$39 \text{ HRC} \leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC}$$

$$31 \text{ HRC} \leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC}$$

10 a taková, že průměrné hodnoty J_{3m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

$$|J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22| \leq 2,5 \text{ HRC}$$

a

15

$$J_{3m} - J_{15m} \leq 9 \text{ HRC}$$

a provede se zpracování nauhličováním nebo karbonitridací alespoň části povrchu polotovaru.

20 Výhodné provedení tohoto vynálezu spočívá ve způsobu, při kterém ocel je taková, že

$$J_{3m} - J_{15m} \leq 8 \text{ HRC}.$$

25 Jiné výhodné provedení vynálezu spočívá ve způsobu, při kterém průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2,15,$$

30 a při zvláště výhodném provedení průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (8 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.$$

35 Výhodným ztělesněním předmětu podle tohoto vynálezu je svrchu uvedený způsob výroby mechanické součásti z oceli, při kterém se vyrobí polotovar a provede se zpracování nauhličováním nebo karbonitridací, popřípadě za vysoké teploty, alespoň části povrchu polotovaru, jehož podstata spočívá v tom, že chemické složení oceli, ze které je součást zhotovena, je v procentech hmotnostních:

40 $0,21 \% \leq C \leq 0,26 \%$

$$0,1 \% \leq Si \leq 0,45 \%$$

$$1,1 \% \leq Mn < 1,5 \%$$

$$0,9 \% \leq Cr \leq 1,4 \%$$

$$0,09 \% \leq Mo \leq 0,26 \%$$

45 $0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$

$$0,005 \% \leq Al \leq 0,05 \%$$

$$0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$$

$$0,02 \% \leq S \leq 0,09 \%$$

$$P \leq 0,03 \%$$

$$0 \% \leq Ti \leq 0,05 \%$$

- 5 Při výhodném provedení způsobu podle tohoto vynálezu je obsah dusíku v oceli mezi 0,004 a 0,02 %.

Předmětem tohoto vynálezu je dále cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel, jejíž podstata spočívá v tom že chemické složení oceli, v procentech hmotnostních, odpovídá:

10 $0,2 \% \leq C \leq 0,26 \%$

$$0,05 \% \leq Si \leq 0,5 \%$$

$$1 \% \leq Mn \leq 1,6 \%$$

$$0,4 \% \leq Cr \leq 1,5 \%$$

$$0,08 \% \leq Mo \leq 0,27 \%$$

15 $0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$

$$0,003 \% \leq Al \leq 0,06 \%$$

$$0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$$

$$0 \% \leq S \leq 0,1 \%$$

$$P \leq 0,03 \%$$

20 $0 \% \leq Ti \leq 0,05 \%$

popřípadě až do 0,02 % telluru, až do 0,04 % selenu, až do 0,07 % olova, až do 0,005 % vápníku, přičemž zbytek je železo a nečistoty pocházející z výrobního procesu.

- 25 Výhodné provedení cementované nebo nitračně cementované oceli spočívá v chemickém složení, které v procentech hmotnostních, je:

$$0,21 \% \leq C \leq 0,26 \%$$

$$0,1 \% \leq Si \leq 0,45 \%$$

30 $1,1 \% \leq Mn < 1,5 \%$

$$0,9 \% \leq Cr \leq 1,4 \%$$

$$0,09 \% \leq Mo \leq 0,26 \%$$

$$0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$$

$$0,005 \% \leq Al \leq 0,05 \%$$

35 $0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$

$$0,02 \% \leq S \leq 0,09 \%$$

$$P \leq 0,03 \%$$

$$0 \% \leq Ti \leq 0,05 \%$$

- 40 Podle jiného výhodného ztělesnění cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel spočívá v tom, že křivka při Jominiho testu je taková, že:

$$45 \text{ HRC} \leq J_3 \leq 50 \text{ HRC}$$

$$39 \text{ HRC} \leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC}$$

$$31 \text{ HRC} \leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC},$$

5 přičemž průměrné hodnoty J_{3m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že

$$|J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22| \leq 2,5 \text{ HRC}$$

a

10

$$J_{3m} - J_{15m} \leq 9 \text{ HRC},$$

přičemž je obzvláště výhodné, pokud cementová nebo nitračně cementová ocel má

15

$$J_{3m} - J_{15m} \leq 8 \text{ HRC}.$$

Podle ještě jiného výhodného ztělesnění tohoto vynálezu cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel spočívá v tom, že průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

20

$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2,15,$$

přičemž je obzvláště výhodné, pokud cementovaná nebo nitračně cementová ocel má průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů takové, že:

25

$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (8 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.$$

Předmětem tohoto vynálezu je konečně ocel, která má obsah dusíku mezi 0,004 a 0,02 %.

30

Způsob výroby mechanické součásti z oceli nauhličováním nebo karbonitridací se popřípadě provádí za vysoké teploty. Při běžných procesech se používá teploty do 850 do 930 °C, přičemž při způsobu podle tohoto vynálezu se může použít též vysoké teploty, které je v rozmezí od 950 do 1050 °C. Pro způsob podle předmětného vynálezu vyhovují teploty v celém rozmezí od 850 do 1050 °C.

35

V dále uvedených příkladech provedení vynálezu jsou procentuální hodnoty uvedeny v procentech hmotnostních.

40

Příklady provedení vynálezu

Vynález bude dále podrobněji popsán neomezuujícím způsobem a objasněn na příkladu provedení.

45

Vynálezci nedávno a nečekaně zjistili, že zkruty vzniklé kalením, které se objevují po zpracování cementováním nebo po zpracování nitračním cementováním mohou být značně zredukovány nebo zcela eliminovány po celou výrobu součásti. Užitá ocel nemá u Jominiho křivky v podstatě žádný inflexní bod na rozdíl od Jominiho křivek u ocelí běžně užívaných. Podrobněji je popsáno vhodné užití oceli obsahující:

50

– od 0,15 do 0,35 % uhlíku umožňující snadnější opracování a získání dostatečné houževnatosti v necementovaných nebo ne nitračně cementovaných částech součásti,

– do 0,6 % křemíku pro zajištění dostatečného odkysličení oceli,

- legující prvky, jako je mangan, chróm, molybden a nikl, v celkovém množství nepřesahující 5 %, pro získání dostatečné tvrdosti, pro upravení tvaru výsledků Jominiho zkoušky a získání mechanických vlastností součástí jak v jejím jádru, tak v cementovaných nebo nitračně cementovaných oblastech,
 - do 0,1 % hliníku pro úplné odkysličení a ovládání tvorby a velikosti zrn,
 - do 0,5 % mědi, která je považována za příměs působení na zvýšení tažnosti a houževnatosti necementovaných nebo ne nitračně cementovaných oblastech,
 - s výhodou od 0,0 do 0,05 % titanu pro tvorbu tvrdých nitridů,
 - s výhodou dusík v množství, které musí být mezi 0,004 a 0,02 %, které je vždy přítomno, který reaguje s hliníkem nebo titanem pro tvorbu nitridů,
 - do 0,15 % síry pro zvýšení obrobitelnosti a
 - méně než 0,03 % fosforu, který je příměsí mající nepříznivý vliv na tažnost a houževnatost.
- Ocel může dále obsahovat do 0,02 % teluru, do 0,04 % selenu, do 0,07 % olova a do 0,005 % vápníku pro zvýšení obrobitelnosti. Zbytek tvoří železo a nečistoty pocházející z taveniny.

Chemické složení je upraveno tak, že výsledky Jominiho křivky jsou následující:

$$45 \text{ HRC} \leq J_3 \leq 50 \text{ HRC}$$

$$39 \text{ HRC} \leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC}$$

$$31 \text{ HRC} \leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC}$$

a takto jsou průměrné hodnoty J_{3m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} pěti Jominiho testů následující:

$$|J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22| \leq 2,5 \text{ HRC}$$

a

$$J_{3m} - J_{15m} \leq 9 \text{ HRC}, \text{ a s výhodou } \leq 8 \text{ HRC}.$$

Jominiho křivka je zkouška, kterou je dána tvrdost oceli. Je získána měřením tvrdosti podél přímky na válci kaleném vodou stříkanou na jeden jeho konec. Tvrdost měřená ve vzdálenosti x mm od ochlazovaného konce je označována J_x . Tato zkouška je dobře známa odborníkům v dané oblasti techniky. Přičemž je dostatečně přesný rozptyl této zkoušky. To je důvod proč je tvar Jominiho křivky charakterizován na jednu stranu rozsahem hodnot v bodech J_3 , J_{11} a J_{25} a vztahem:

$$|J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22| \leq 2,5 \text{ HRC},$$

který se týká průměr z pěti různých zkoušek provedených na stejné oceli.

Konkrétněji, bylo provedeno v řadě pěti identických zkoušek, u všech zkoušek byly měřeny alespoň hodnoty J_3 , J_7 , J_{11} , J_{15} a J_{25} , takto byla získána průměrná hodnota J_{xm} z pěti hodnot J_3 , J_7 , J_{11} , J_{15} a J_{25} vypočítaná pro každý bod J_x . V této relaci odpovídají údaje na vertikále známé absolutní hodnotě. Vlastní relace kombinovaná se vztahem $J_{3m} - J_{15m} \leq 9 \text{ HRC}$ nebo $\leq 8 \text{ HRC}$, vyjadřuje tu skutečnost, že Jominiho křivka nemá žádný inflexní bod.

Požadovaný tvar Jominiho křivky může být upraven požadavkem vyhovujícím alespoň jednoho z následujících vztahů:

$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2,15$$

a

$$10 \times (J_{7m} - J_{15m}) / (8 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.$$

10

Takovéto Jominiho křivky mohou být získány zejména u oceli, která byla právě popsána, ale jejíž chemické složení je v procentech hmotnostních následující:

15 – od 0,20 do 0,26 % a s výhodou od 0,21 do 0,25 % uhlíku umožňující nedosahovat nadměrné tvrdosti součásti před cementováním nebo nitračním cementováním a dosažení dobré cementovatelnosti nebo nitrační cementovatelnosti,

20 – od 1 do 1,6 % a s výhodou od 1,1 do 1,5 % manganu pro získání dobré vnitřní kvality, dále pro fixaci síry a v kombinaci s chromem a molybdenem upravení tvrdosti tak, že je získána požadovaná Jominiho křivka,

– od 0,05 do 0,5 % a s výhodou od 0,1 do 0,45 % křemíku,

25 – od 0,4 do 1,5 % a s výhodou od 0,9 do 1,4 % chromu pro zvýšení tvrdosti cementované nebo nitračně cementované vrstvy a v kombinaci s manganem a molybdenem upravení tvrdosti tak, že je získána požadovaná Jominiho křivka,

30 – od 0,8 do 0,27 % a s výhodou od 0,09 do 0,26 % molybdenu pro zvýšení tvrdosti cementované nebo nitračně cementované vrstvy, přispění ke zvýšení odolnosti oxidací a v kombinaci s manganem a chromem upravení tvrdosti tak, že je získána požadovaná Jominiho křivka, spodní hodnota odpovídající minimální hodnotě obsahu molybdenu má u tohoto prvku největší účinek, a

– od 0 do 1,6 % niklu pro zlepšení vrubové houževnatosti součásti.

35 Ocel může dále obsahovat od 0,3 % mědi, obsah síry je mezi 0,02 až 0,1 % a nejlépe méně než 0,09 %, a obsah hliníku je mezi 0,03 až 0,06 % a s výhodou se nachází mezi 0,005 až 0,05 %.

Jak je uvedeno výše, může ocel dále obsahovat jeden nebo více prvků z následujících prvků: telur, selen, olovo a vápník.

40

Při výrobě součásti podle tohoto vynálezu je polotovár součásti vyroben z oceli podle tohoto vynálezu, přičemž polotovár je cementován nebo nitračně cementován při vysoké teplotě a kalen v oleji nebo plynu. Je možné, aby olej byl studený, teplý nebo horký. Polotovár součásti může být opracován například kování nebo obráběním.

45

V příkladném provedení byly součásti vyráběny ze šesti ocelí podle tohoto vynálezu, jejichž chemické složení bylo následující:

	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	Cu	Al
A	0,23	1,25	0,27	0,028	0,018	0,200	1,15	0,100	0,140	0,028
B	0,24	1,40	0,40	0,050	0,020	0,250	1,00	0,240	0,250	0,040
C	0,21	1,35	0,15	0,070	0,025	0,350	1,25	0,180	0,200	0,010
D	0,21	1,27	0,25	0,030	0,020	0,210	1,12	0,200	0,140	0,005
E	0,23	1,27	0,27	0,031	0,014	0,197	1,10	0,214	0,137	0,016
F	0,23	1,10	0,25	0,030	0,015	0,150	1,30	0,150	0,120	0,016

Výsledné Jominiho křivky těchto ocelí jsou následující:

Tvrdość v HRC	A	B	C	D	E	F
J ₃	47,80	49,40	46,50	45,70	46,80	47,90
J ₇	45,50	48,50	45,40	45,00	45,80	45,50
J ₁₁	41,60	45,60	41,80	45,00	43,10	41,60
J ₁₅	39,10	43,30	39,40	43,10	39,40	9,00
J ₂₅	34,30	39,20	34,90	37,80	34,20	4,10
$\left \frac{J_{11m} - J_{3m} \times 14/22}{J_{25m} \times 8/22} \right $	1,29	0,09	0,48	2,17	0,88	1,28
J _{3m} - J _{15m}	8,70	6,10	7,10	2,60	7,40	8,90
$\frac{10 \times (J_{7m} - J_{11m})}{(4 \times (J_{15m} - J_{25m}))}$	2,02	1,75	2,00	0,00	1,30	1,97
$\frac{10 \times (J_{7m} - J_{15m})}{(8 \times (J_{15m} - J_{25m}))}$	1,66	1,59	1,66	0,45	1,54	1,65

5

Po cementování při teplotě 995 °C po dobu 10 hodin a kalení v oleji teplém 98 °C, nevykazovaly součásti deformace bránící delšímu zpracování. Navíc, cementování se vyznačovalo obsahem uhlíku 0,94 % v 0,1 mm pod povrchem.

10

Pro srovnání, totožné součásti jsou vyráběny za stejných podmínek z oceli 27MC5, 29MC5, 27MC5u, 27MC5r, 27CD4u, 30M5 a 20CD4 podle dosavadního stavu techniky. Složení těchto ocelí bylo následující:

	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	Cu	Al
27MC5	0,23	1,18	0,24	0,033	0,015	0,13	1,08	0,04	0,16	0,024
29MC5	0,23	1,22	0,24	0,033	0,014	0,14	1,12	0,05	0,16	0,024
27MC5u	0,26	1,19	0,25	0,033	0,015	0,09	1,09	0,04	0,13	0,025
27MC5r	0,26	1,31	0,24	0,072	0,016	0,12	1,11	0,05	0,16	0,025
27CD4u	0,27	1,74	0,25	0,032	0,012	0,15	1,08	0,22	0,17	0,028
30M5	0,30	1,41	0,24	0,072	0,015	0,13	0,43	0,06	0,16	0,025
20CD4	0,20	0,82	0,23	0,029	0,013	0,14	1,05	0,27	0,17	0,029

Výsledné Jominiho křivky těchto ocelí jsou následující:

Tvrdość v HRC	27MC5	29MC5	27MC5u	27MC5r	27CD4u	30M5	20CD4
J ₃	48,8	49,7	49,0	48,5	48,9	50,0	45,3
J ₇	45,8	47,3	45,6	45,9	46,1	40,3	40,8
J ₁₁	40,3	43,2	40,4	41,0	39,8	31,9	34,4
J ₁₅	36,6	39,6	36,8	37,6	35,6	28,4	31,2
J ₂₅	32,7	35,1	33,0	33,7	31,6	24,4	27,8
$\frac{J_{11m} - J_{3m} \times 14/22}{J_{25m} \times 8/22}$	2,6	1,19	2,7	2,1	2,8	8,8	4,53
J _{3m} - J _{15m}	12,2	10,1	12,2	10,9	9,0	21,6	14,1
$\frac{10 \times (J_{7m} - J_{11m})}{(4 \times (J_{15m} - J_{25m}))}$	3,52	2,27	3,42	3,14	3,94	5,25	8,0
$\frac{10 \times (J_{7m} - J_{15m})}{(8 \times (J_{15m} - J_{25m}))}$	5,9	2,13	2,89	2,66	3,28	3,72	3,87

5

Po cementování je potřeba součásti mechanicky opracovat. Obsah uhlíku v cementované vrstvě v 0,1 mm pod povrchem byl pouze 0,8 %. Další výsledky ukazují, že náchylnost k deformaci je u cementované oceli podle tohoto vynálezu lepší než u stávajících ocelí.

10

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby mechanické součásti z oceli nauhličováním nebo karbonitridací, **v y z n a -**
 5 **č u j í c í s e t í m**, že se vyrobí polotovár z oceli o chemickém složení, dále uvedeném v procentech hmotnostních:
- $0,2 \% \leq C \leq 0,26 \%$
 $0,05 \% \leq Si \leq 0,5 \%$
 10 $1 \% \leq Mn < 1,6 \%$
 $0,4 \% \leq Cr \leq 1,5 \%$
 $0,08 \% \leq Mo \leq 0,27 \%$
 $0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$
 $0,003 \% \leq Al \leq 0,06 \%$
 15 $0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$
 $0 \% \leq S \leq 0,1 \%$
 $P \leq 0,03 \%$
 $0 \% \leq Ti \leq 0,06 \%$
- 20 popřípadě až do 0,02 % telluru, až do 0,04 % selenu, až do 0,07 % olova, až do 0,005 % vápníku, přičemž zbytek je železo a nečistoty pocházející z výrobního procesu, kde chemické složení se upraví tak, že křivka při Jominiho testu oceli je taková, že:
- $45 \text{ HRC} \leq J_3 \leq 50 \text{ HRC}$
 25 $39 \text{ HRC} \leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC}$
 $31 \text{ HRC} \leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC}$
- a taková, že průměrné hodnoty J_{3m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:
- 30 $|J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22| \leq 2,5 \text{ HRC}$
- a
- $J_{3m} - J_{15m} \leq 9 \text{ HRC}$
 35 a provede se zpracování nauhličováním nebo karbonitridací alespoň části povrchu polotovaru.
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ocel je taková, že
- 40 $J_{3m} - J_{15m} \leq 8 \text{ HRC}$.
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:
- 45 $10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2,15$.

4. Způsob podle nároku 1, 2 nebo 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

5 $10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (8 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.$

5. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že chemické složení, ze které je součást zhotovena, je v procentech hmotnostních:

10 $0,21 \% \leq C \leq 0,26 \%$

$0,1 \% \leq Si \leq 0,45 \%$

$1,1 \% \leq Mn < 1,5 \%$

$0,9 \% \leq Cr \leq 1,4 \%$

$0,09 \% \leq Mo \leq 0,26 \%$

15 $0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$

$0,005 \% \leq Al \leq 0,05 \%$

$0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$

$0,02 \% \leq S \leq 0,09 \%$

$P \leq 0,03 \%$

20 $0 \% \leq Ti \leq 0,05 \%$.

6. Způsob podle jakéhokoli z nároků 1 až 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsah dusíku v oceli je mezi 0,004 % a 0,02 %.

25 7. Cementované nebo nitračně cementovaná ocel, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že chemické složení oceli, v procentech hmotnostních, je:

$0,2 \% \leq C \leq 0,26 \%$

$0,05 \leq Si \leq 0,5 \%$

30 $1 \% \leq Mn \leq 1,6 \%$

$0,4 \% \leq Cr \leq 1,5 \%$

$0,08 \% \leq Mo \leq 0,27 \%$

$0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$

$0,003 \% \leq Al \leq 0,06 \%$

35 $0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$

$0 \% \leq S \leq 0,1 \%$

$P \leq 0,03 \%$

$0 \% \leq Ti \leq 0,05 \%$

40 popřípadě až do 0,02 % telluru, až do 0,04 % selenu, až do 0,07 % olova, až do 0,005 % vápníku, přičemž zbytek je železo a nečistoty pocházející z výrobního procesu.

8. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že chemické složení, v procentech hmotnostních, je:

- 5 $0,21 \% \leq C \leq 0,26 \%$
 $0,1 \% \leq Si \leq 0,45 \%$
 $1,1 \% \leq Mn < 1,5 \%$
 $0,9 \% \leq Cr \leq 1,4 \%$
 $0,09 \leq Mo \leq 0,26 \%$
 10 $0 \% \leq Ni \leq 0,6 \%$
 $0,005 \% \leq Al \leq 0,05 \%$
 $0 \% \leq Cu \leq 0,3 \%$
 $0,02 \% \leq S \leq 0,09 \%$
 $P \leq 0,03 \%$
 15 $0 \% \leq Ti \leq 0,05 \%$.

9. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 7 nebo 8, **vyznačující se tím**, že křivka při Jominiho testu je taková, že

- 20 $45 \text{ HRC} \leq J_3 \leq 50 \text{ HRC}$
 $39 \text{ HRC} \leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC}$
 $31 \text{ HRC} \leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC},$

přičemž průměrné hodnoty J_{3m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

- 25 $|J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22| \leq 2,5 \text{ HRC}$

a

- 30 $J_{3m} - J_{15m} \leq 9 \text{ HRC}.$

10. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že

- 35 $J_{3m} - J_{15m} \leq 8 \text{ HRC}.$

11. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 9 nebo 10, **vyznačující se tím**, že průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

- 40 $10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2,15.$

12. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 9, 10 nebo 11, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že průměrné hodnoty J_{7m} , J_{11m} , J_{15m} a J_{25m} z pěti Jominiho testů jsou takové, že:

5 $10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (8 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.$

13. Ocel podle jakéhokoli z nároků 7 až 12, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsah dusíku je mezi 0,004 % a 0,02 %.

10

Konec dokumentu

15