

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

## 2138-98

(19)

ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **03. 07. 98**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **10.07.97**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **97/9708770**

(33) Země priority: **FR**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13. 01. 99**  
(Věstník č. 1/99)

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>:

<b>C 21 D</b>	<b>1/78</b>
<b>C 22 C</b>	<b>38/04</b>
<b>C 22 C</b>	<b>38/18</b>
<b>C 23 C</b>	<b>8/22</b>
<b>C 23 C</b>	<b>8/26</b>
<b>C 23 C</b>	<b>8/30</b>

(71) Přihlášovatel:

ASCOMETAL, Puteaux, FR;

(72) Původce:

Pichard Claude, Malancourt la Montagne,  
FR;

(74) Zástupce:

Švorčík Otakar JUDr., Hálkova 2, Praha 2,  
12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob výroby součásti z cementované  
nebo nitračně cementované oceli a ocel  
pro výrobu takovéto součásti**

(57) Anotace:

Navrhované řešení způsobu výroby mechanické součásti zhotovené z oceli, u které je polotovár ocelové součásti vyroben a cementován nebo nitračně cementován, zejména za vysoké teploty, na alespoň části povrchu polotovaru součásti. Chemické složení této oceli, v hmotnostních procentech, je následující: 0.15% $\delta$ C $\delta$ 0.35%, 0.00% $\delta$ Si $\delta$ 0.60%, 0% $\delta$ Mn+Cr+Ni+Mo $\delta$ 5%, 0.00% $\delta$ Al $\delta$ 0.10%, 0.00% $\delta$ Cu $\delta$ 0.50%, 0.00% $\delta$ S $\delta$ 0.15%, P $\delta$ 0.03%, s výhodou do 0.02% teluru, do 0.04% selenu, do 0.07% olova, do 0.005% vápníku, zbytek je železo a nečistoty pocházející z taveniny. Chemické složení oceli je upraveno tak, že se podle Jominiho křivky prokazatelnosti dosahují následující hodnoty: 45 HRC $\delta$ J<sub>3</sub> $\delta$ 50 HRC; 39 HRC $\delta$ J<sub>11</sub> $\delta$ 47 HRC; a 31 HR $\delta$ J<sub>25</sub> $\delta$ 40 HRC. Takto jsou průměrné hodnoty J<sub>3m</sub>, J<sub>11m</sub>, J<sub>15m</sub> a J<sub>25m</sub> pěti Jominiho testů následující: |J<sub>11m</sub>-J<sub>3m</sub> x 14/22-J<sub>25m</sub> x 8/22|  $\delta$ 2.5 HRC a J<sub>3m</sub>-J<sub>15m</sub> $\delta$ 9 HRC. Navrhované řešení se dále týká cementované nebo nitrocementované oceli tímto způsobem vytvoření.

CZ 2138-98 A3

Způsob výroby součásti z cementované nebo nitračně cementované oceli a ocel pro výrobu takovéto součásti.

#### Oblast techniky

Uvedený vynález se týká způsobu výroby součásti z oceli, přičemž alespoň část povrchu součásti je vytvrzen cementováním nebo nitračním cementováním, po kterém následuje kalení v oleji nebo plynu.

#### Dosavadní stav techniky

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 prostředí bohatém na uhlík nebo dusík při teplotě vyšší než 900°C po několik hodin tak, že dochází k nasycení ocele uhlíkem nebo uhlíkem a dusíkem do určité hloubky pod povrchem difúzí těchto prvků pod povrch a poté jsou součásti kaleny v studeném, teplém nebo horkém oleji, nebo plynu tak, že povrch ztvrдне. Cementační nebo nitridocementační postup může být rovněž prováděn při teplotách vyšších než 1 000°C - v tomto případě se jedná o vysokoteplotní cementační nebo nitridocementační postup.

Při výrobě takovýchto součástí jsou užívány oceli obsahující od 0.15% do 0.35% uhlíku, legované chrómem nebo molybdenem, nebo legované chrómem a manganem. Tyto technologie, které vytvářejí možnost získání vysoké tvrdosti na povrchu a v blízkosti konců a které rovněž vytvářejí možnost získání dobrých mechanických vlastností v jádru součásti mají nevýhodu v tom, že vytváří napětí, která mohou vést k vyřazení součásti před dalším zpracováním nebo jejímu

postoupení drahému strojnímu opracování.

### Podstata vynálezu

Podstatou uvedeného vynálezu je odstranění výše uvedených nevýhod zhotovením prostředků pro výrobu ocelových součástí jejichž alespoň část povrchu je vytvrzena cementováním nebo nitračním cementováním, zejména za vysoké teploty.

Za tímto účelem je předmětem vynálezu způsob výroby mechanické součásti zhotovené z oceli, u kterého je polotovar ocelové součásti vyroben a cementován nebo nitračně cementován, zejména za vysoké teploty, na alespoň části povrchu polotovaru součásti. Při tomto způsobu je chemické složení oceli v hmotnostních procentech následující:

$$0.15\% \leq C \leq 0.35\%$$

$$0.00\% \leq Si \leq 0.60\%$$

$$0\% \leq Mn + Cr + Ni + Mo \leq 5\%$$

$$0.00\% \leq Al \leq 0.10\%$$

$$0.00\% \leq Cu \leq 0.50\%$$

$$0.00\% \leq S \leq 0.15\%$$

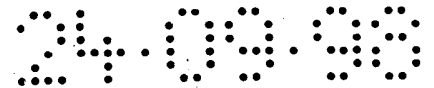
$$P \leq 0.03\%$$

s výhodou do 0.02% teluru, do 0.04% selenu, do 0.07% olova, do 0.005% vápníku, zbytek je železo a nečistoty pocházející z taveniny. Chemické složení oceli je upraveno tak, že při Jominiho křivce prokalitelnosti jsou následující hodnoty:

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

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

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



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

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

S výhodou je Jominiho křivka taková, že jsou dosaženy alespoň následující podmínky:

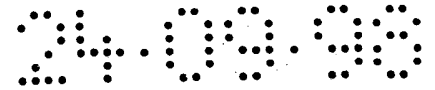
$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.15$$

a

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

Chemické složení oceli je s výhodou následující:

$0.20\% \leq C \leq 0.26\%$
$0.05\% \leq Si \leq 0.50\%$
$1.00\% \leq Mn \leq 1.60\%$
$0.40\% \leq Cr \leq 1.50\%$
$0.08\% \leq Mo \leq 0.27\%$
$0.00\% \leq Ni \leq 0.60\%$
$0.003\% \leq Al \leq 0.06\%$
$0.00\% \leq Cu \leq 0.30\%$
$0.00\% \leq S \leq 0.10\%$
$P \leq 0.03\%$



Ještě výhodnější chemické složení je následující:

$$\begin{aligned} 0.21\% &\leq C \leq 0.25\% \\ 0.10\% &\leq Si \leq 0.45\% \\ 1.10\% &\leq Mn \leq 1.50\% \\ 0.90\% &\leq Cr \leq 1.40\% \\ 0.09\% &\leq Mo \leq 0.26\% \\ 0.00\% &\leq Ni \leq 0.60\% \\ 0.005\% &\leq Al \leq 0.05\% \\ 0.00\% &\leq Cu \leq 0.30\% \\ 0.00\% &\leq Ti \leq 0.05\% \\ &P \leq 0.03\% \end{aligned}$$

Obsah dusíku v oceli je s výhodou mezi 0.004% a 0.02% a ocel může obsahovat od 0% do 0.05% titanu.

Vynález se rovněž týká cementování oceli, jejíž chemické složení bylo právě popsáno, takto cementovaná ocel má hodnoty Jominiho křivky následující:

$$\begin{aligned} 45 \text{ HRC} &\leq J_3 \leq 50 \text{ HRC} \\ 39 \text{ HRC} &\leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC} \\ 31 \text{ HRC} &\leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC} \end{aligned}$$

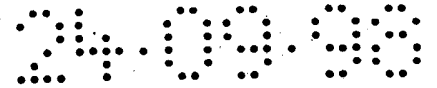
a takto jsou průměrné hodnoty  $J_{3m}$ ,  $J_{11m}$ ,  $J_{15m}$  a  $J_{25m}$  pěti Jominiho testů následující:

$$| J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22 | \leq 2.5 \text{ HRC}$$

---

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

S výhodou jsou průměrné hodnoty  $J_{7m}$ ,  $J_{11m}$ ,  $J_{15m}$  a  $J_{25m}$  z pěti Jominiho zkoušek taková, že splňují alespoň jednu z následujících podmínek:



$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.15$$

a

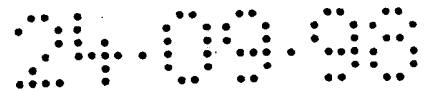
$$10 \times (J_{7m} - J_{15m}) / (8 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.$$

### Příklady provedení vynálezu

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

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:

- 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 nepřesahujícím 5%, pro získání dostatečné tvrdosti, pro upravení tvaru výsledků Jominoho zkoušky a získání mechanických vlastností součásti 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 působící 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 obrobiteľnosti a
- méně než 0,03% fosfóru, 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 obrobiteľnosti. Zbytek tvoří železo a nečistoty pocházející z taveniny.

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

$$\begin{aligned} 45 \text{ HRC} &\leq J_3 \leq 50 \text{ HRC} \\ 39 \text{ HRC} &\leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC} \\ 31 \text{ HRC} &\leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC} \end{aligned}$$

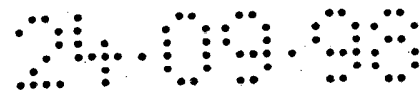
a takto jsou průměrné hodnoty  $J_{3m}$ ,  $J_{11m}$ ,  $J_{15m}$  a  $J_{25m}$  pěti Jominiho testů následující:

$$| J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22 | \leq 2.5 \text{ HRC}$$

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 její 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 průměru z pěti různých zkoušek provedených na stejné oceli.

Konkrétněji, bylo provedeno v řadě pět 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 jednomu z následujících vztahů:

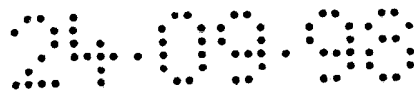
$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.15$$

a

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

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

- 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,
- 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,

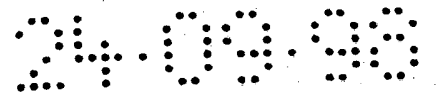
- od 0.05% do 0.5% a s výhodou od 0.1% do 0.45% křemíku,
- od 0.4% do 1.5% a s výhodou od 0.9% do 1.4% chromu pro zvýšení tvrdosti cementované nebo nitračně cementované vrstvy a v kombinaci s manganem a molybdenem upravení tvrdosti tak, že je získána požadovaná Jominiho křivka,
- od 0.08% do 0.27% a s výhodou od 0.09% do 0.26% molybdenu pro zvýšení tvrdosti cementované nebo nitračně cementované vrstvy, přispění ke zvýšení odolnosti oxidaci 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 0.6% niklu pro zlepšení vrubové houževnatosti součásti.

Ocel může dále obsahovat do 0.3% mědi, obsah síry je mezi 0.02% a 0.1% a nejlepší méně než 0.09%, a obsah hliníku je mezi 0.03% a 0.06% a s výhodou se nachází mezi 0.005% a 0.05%.

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

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 kováním nebo obráběním.~~

V příkladném provedení byly součásti vyráběny ze šesti

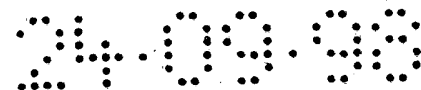


ocelí podle tohoto vynálezu, jejichž chemické složení bylo následující:

	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 <sub>3</sub>	47.80	49.40	46.50	45.70	46.80	47.90
J <sub>7</sub>	45.50	48.50	45.40	45.00	45.80	45.50
J <sub>11</sub>	41.60	45.60	41.80	45.00	43.10	41.60
J <sub>15</sub>	39.10	43.30	39.40	43.10	39.40	9.00
J <sub>25</sub>	34.30	39.20	34.90	37.80	34.20	4.10
$\frac{J_{11m} - J_{3m} \times 14/22}{J_{25m} \times 8/22}$	1.29	0.09	0.48	2.17	0.88	1.28
J <sub>3m</sub> - J <sub>15m</sub>	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

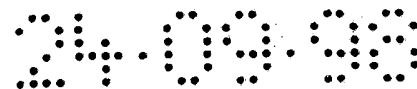


Po cementování při teplotě 995°C po dobu 10 hodin a kalení v oleji teplém 98°C, nevykazovaly součásti deformace bránící dalšímu zpracování. Navíc, cementování se vyznačovalo obsahem uhlíku od 0.94% do 0.1% pod povrchem.

Pro srovnání, totožné součásti jsou vyráběny za stejných podmínek z ocelí 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:~~



Tvrđost v HRC	27MC5	29MC5	27MC5u	27MC5r	27CD4u	30M5	20CD4
J <sub>3</sub>	48.8	49.7	49.0	48.5	48.9	50.0	45.3
J <sub>7</sub>	45.8	47.3	45.6	45.9	46.1	40.3	40.8
J <sub>11</sub>	40.3	43.2	40.4	41.0	39.8	31.9	34.4
J <sub>15</sub>	36.6	39.6	36.8	37.6	35.6	28.4	31.2
J <sub>25</sub>	32.7	35.1	33.0	33.7	31.6	24.4	27.8
J <sub>11m</sub> - J <sub>3m</sub> x 14/22 - J <sub>25m</sub> x 8/22	2.6	1.19	2.7	2.1	2.8	8.8	4.53
J <sub>3m</sub> - J <sub>15m</sub>	12.2	10.1	12.2	10.9	9.0	21.6	14.1
10 x (J <sub>7m</sub> - J <sub>11m</sub> ) / (4 x (J <sub>15m</sub> - J <sub>25m</sub> ))	3.52	2.27	3.42	3.14	3.94	5.25	8.0
10 x (J <sub>7m</sub> - J <sub>15m</sub> ) / (8 x (J <sub>15m</sub> - J <sub>25m</sub> ))	5.9	2.13	2.89	2.66	3.28	3.72	3.87

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.

PV 2188-48  
24.09.88

## N Á R O K Y   N A   O C H R A N U

1. Způsob výroby mechanické součásti zhotovené z oceli, u které je polotovár ocelové součásti vyroben a cementován nebo nitračně cementován, zejména za vysoké teploty, na alespoň části povrchu polotovaru součásti, v y z n a č u - j í c í s e t í m, že chemické složení oceli v hmotnostních procentech je následující:

$$\begin{aligned} 0.15\% &\leq C \leq 0.35\% \\ 0.00\% &\leq Si \leq 0.60\% \\ 0\% &\leq Mn + Cr + Ni + Mo \leq 5\% \\ 0.00\% &\leq Al \leq 0.10\% \\ 0.00\% &\leq Cu \leq 0.50\% \\ 0.00\% &\leq S \leq 0.15\% \\ &P \leq 0.03\% \end{aligned}$$

s výhodou do 0.02% teluru, do 0.04% selenu, do 0.07% olova, do 0.005% vápníku, zbytek je železo a nečistoty pocházející z taveniny. Chemické složení oceli je upraveno tak, že při Jominiho testech prokalitelnosti jsou následující hodnoty:

$$\begin{aligned} 45 \text{ HRC} &\leq J_3 \leq 50 \text{ HRC} \\ 39 \text{ HRC} &\leq J_{11} \leq 47 \text{ HRC} \\ 31 \text{ HRC} &\leq J_{25} \leq 40 \text{ HRC} \end{aligned}$$

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

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

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

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

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 následující:

$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.15$$

4. Způsob podle nároku 1, 2 nebo 3, v y z n a 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 následující:

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

5. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že chemické složení oceli je následující:

$$0.20\% \leq C \leq 0.26\%$$

$$0.05\% \leq Si \leq 0.50\%$$

$$1.00\% \leq Mn \leq 1.60\%$$

$$0.40\% \leq Cr \leq 1.50\%$$

$$0.08\% \leq Mo \leq 0.27\%$$

$$0.00\% \leq Ni \leq 0.60\%$$

$$0.003\% \leq Al \leq 0.06\%$$

$$0.00\% \leq Cu \leq 0.30\%$$

$$0.00\% \leq S \leq 0.10\%$$

$$P \leq 0.03\%$$

6. Způsob podle nároku 5, vyznačující se tím, že chemické složení oceli je následující:

$$\begin{aligned} 0.21\% &\leq C \leq 0.25\% \\ 0.10\% &\leq Si \leq 0.45\% \\ 1.10\% &\leq Mn \leq 1.50\% \\ 0.90\% &\leq Cr \leq 1.40\% \\ 0.09\% &\leq Mo \leq 0.26\% \\ 0.00\% &\leq Ni \leq 0.60\% \\ 0.005\% &\leq Al \leq 0.05\% \\ 0.00\% &\leq Cu \leq 0.30\% \\ 0.00\% &\leq Ti \leq 0.05\% \\ &P \leq 0.03\% \end{aligned}$$

7. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, vyznačující se tím, že ocel dále obsahuje od 0% do 0.05% titanu.

8. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, vyznačující se tím, že ocel dále obsahuje od 0.004% a 0.02% dusíku.

9. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel, vyznačující se tím, že chemické složení oceli je následující:

---

$$\begin{aligned} 0.20\% &\leq C \leq 0.26\% \\ 0.05\% &\leq Si \leq 0.50\% \\ 1.00\% &\leq Mn \leq 1.60\% \\ 0.40\% &\leq Cr \leq 1.50\% \\ 0.08\% &\leq Mo \leq 0.27\% \\ 0.00\% &\leq Ni \leq 0.60\% \end{aligned}$$

PV 2178-9P  
200908

- $0.003\% \leq Al \leq 0.06\%$
- $0.00\% \leq Cu \leq 0.30\%$
- $0.00\% \leq S \leq 0.10\%$
- $P \leq 0.03\%$

s výhodou do 0.02% teluru, do 0.04% selenu, do 0.07% olova, do 0.005% vápníku, zbytek je železo a nečistoty pocházející z taveniny.

10. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že chemické složení oceli je následující:

- $0.21\% \leq C \leq 0.25\%$
- $0.10\% \leq Si \leq 0.45\%$
- $1.10\% \leq Mn \leq 1.50\%$
- $0.90\% \leq Cr \leq 1.40\%$
- $0.09\% \leq Mo \leq 0.26\%$
- $0.00\% \leq Ni \leq 0.60\%$
- $0.005\% \leq Al \leq 0.05\%$
- $0.00\% \leq Cu \leq 0.30\%$
- $0.00\% \leq Ti \leq 0.05\%$
- $P \leq 0.03\%$

11. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 9 nebo 10, v y z n a č u j í c í s e t í m, že Jominiho křivka je taková, že:

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

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

$$| J_{11m} - J_{3m} \times 14/22 - J_{25m} \times 8/22 | \leq 2.5 \text{ HRC}$$

a

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

12. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 11, v y z n a č u j í c í s e t í m, že

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

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

$$10 \times (J_{7m} - J_{11m}) / (4 \times (J_{15m} - J_{25m})) \leq 2.15$$

14. Cementovaná nebo nitračně cementovaná ocel podle nároku 11, 12 nebo 13, v y z n a č u j í c í s e t í m, že průměrné hodnoty  $J_{7m}$ ,  $J_{11m}$ ,  $J_{15m}$ ,  $J_{25m}$  z pěti Jominiho testů jsou následující:

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

15. Ocel podle kteréhokoli z nároků 9 až 14, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje od 0% do 0.05% tita-  
nu.

16. Ocel podle kteréhokoli z nároků 9 až 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsah dusíku je od 0.004% do 0.025%.