

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

113219

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 14.03.78 (P. 205332)

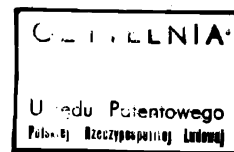
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 23.04.79

Opis patentowy opublikowano: 30.12.1981

Int. Cl².

C22C 38/08



Twórcy wynalazku: Stanisław Rudnik, Wanda Mazur, Andrzej Kukawski,
Anna Kadłuczka, Marek Mazur

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Krakowska, Kraków (Polska)

Stal konstrukcyjna i sposób obróbki cieplnej stali konstrukcyjnej

Przedmiotem wynalazku jest stal konstrukcyjna przeznaczona na konstrukcje spawane stosowane do pracy w temperaturze do -100°C , zwłaszcza na zbiorniki niskociśnieniowe dla magazynowania i transportu ciekłego CO_2 i sposób obróbki cieplnej stali konstrukcyjnej.

Dotychczas zbiorniki dla magazynowania i transportu ciekłego CO_2 wykonano ze stali w gatunku 15 G 2 A Nb, którego skład ujęty jest w PN-72/H-84018.

Sposób obróbki stali w gatunku 15 G 2 A Nb polega na normalizowaniu w powietrzu z temperatur 900–920°C i chłodzeniu w powietrzu. Najniższa dopuszczalna temperatura pracy dla stali wynosi -40°C .

Stal tego gatunku można stosować na urządzenia do ciekłego CO_2 przy minimalnym dopuszczalnym ciśnieniu roboczym 10 ata, co stwarza dodatkowe trudności konstrukcyjne i technologiczne oraz wpływa na zwiększenie ciężaru urządzeń.

Istotą wynalazku jest to, że stal zawierająca wagowo 0,008–0,12% C, 0,50–0,80% Mn, 0,15–0,35% Si, do 0,020% P, do 0,015% S, 0,02–0,04% Al, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, zawiera wagowo 3,3–3,7% niklu.

Sposób obróbki tej stali polega na tym, że stal hartuje się w wodzie z temperatur 820–900°C, odpuszcza się przy temperaturach 570–620°C z chłodzeniem w wodzie lub powietrzu. Czas wygrzewania przy pełnym austenityzowaniu wynosi 2–6 minut/1 mm grubości, a przy odpuszczaniu 2–8 minut/1 mm grubości. Inny sposób obróbki cieplnej stali polega na tym, że stal hartuje się w wodzie z temperatur 820–900°C, a następnie po raz wtóry hartuje się w wodzie z zakresu $\alpha - \gamma$, to jest z temperatur 680–750°C, po czym odpuszcza się przy temperaturach 570–620°C z chłodzeniem w wodzie lub powietrzu. Czas wygrzewania przy austenityzowaniu z zakresu $\alpha - \gamma$ wynosi 1–4 minut/1 mm grubości, a przy odpuszczaniu 2–8 minut/1 mm grubości.

Korzystne jest utrzymanie niskiej zawartości C, która zapewnia uzyskanie zarówno wystarczającej wytrzymałości jak i udarności oraz obniżenie zawartości P i S do poziomu około 0,010%. Ważnym jest również dostateczne odtlenienie stali (odpowiednie ilości Si i Al) dla zabezpieczenia przed starzeniem. Po przeprowadzeniu obróbki cieplnej stwierdzono, że stal osiąga udarność na próbkach poprzecznych Charpy ISO nie niższą niż

$KV=30 \text{ J/cm}^2$ w zakresie aż do 100°C , granicę plastyczności R_e minimum 345 MPa, granicę wytrzymałości R_m minimum 440 MPa, wydłużenie względne A_5 minimum 25%, przewężenie Z minimum 50%.

Przykładowe składy chemiczne wytopów o wadze po około 300 kg każdy, wykonanych według technologii obowiązujących dla stali niskowęglowych przedstawiono w tablicy I.

Tablica I

Wytop	Skład chemiczny						
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Al
A	0,08	0,58	0,16	0,016	0,014	3,69	0,023
B	0,10	0,59	0,25	0,020	0,015	3,65	0,038

Przykłady sposobów obróbki cieplnej stali i wyniki badań własności mechanicznych są zebrane w tablicach II i III.

Tablica II

Wytop	Obróbka cieplna	Własności w temperaturze $+20^\circ\text{C}$					
		R_e MPa	R_m MPa	$A_5\%$	$Z\%$	KV_w J/cm ²	KV_p J/cm ²
A	Hartowanie 870°C woda, odpuszczanie 620°C woda	495	600	22,5	84	250	54
	Hartowanie 900°C woda + odpuszczanie 600°C woda	525	625	26,5	75	240	61
	Hartowanie 900°C woda + hartowanie 700°C woda + odpuszczanie 600°C woda	406	520	32,0	81,9	217	73
B	Hartowanie 870°C woda + odpuszczanie 600°C powietrza	500	607	26,0	79,9	230	88

Tablica III

Wytop	Obróbka cieplna	Własności w temperaturze -100°C					
		R_e MPa	R_d MPa	$A_5\%$	$Z\%$	KV_w J/cm ²	KV_p J/cm ²
A	Hartowanie 870°C woda + odpuszczanie 620°C woda	578	685	28,5	75	122	35
	Hartowanie 900°C woda + odpuszczanie 600°C woda	568	683	31,5	76,2	107	36
	Hartowanie 900°C woda + hartowanie 700°C woda + odpuszczanie 600°C woda	490	624	30,5	76,3	104	39
B	Hartowanie 870°C woda + odpuszczanie 600°C powietrze	550	665	30,5	76,2	93	35

*) KV_w – próbka udarnościowa ISO Charpy V, wzdłużna

KV_p – próbka udarnościowa ISO Charpy V, poprzeczna.

Jak wynika z tabel II i III, we wszystkich sposobach obróbki cieplnej założone kryterium udarności na próbkach poprzecznych z ostrym karbem (KV – minimum 30 J/cm^2) zostało spełnione, stal charakteryzuje się dobrą spawalnością oraz udarnością w strefie wpływu ciepła zbliżoną do udarności materiału rodzimego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stal konstrukcyjna przeznaczona na konstrukcje spawane stosowane do pracy w temperaturach do 100°C , zawierająca wagowo 0,008–0,12% C, 0,50–0,80% Mn, 0,15–0,35% Si, do 0,020% P, do 0,015% S, 0,02–0,04% Al, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, z n a m i e n n a t y m, że zawiera wagowo 3,3–3,7% niklu.

2. Sposób obróbki cieplnej stali konstrukcyjnej, zawierającej wagowo 0,008–0,12% C, 0,50–0,80% Mn, 0,15–0,35% Si, do 0,020% P, do 0,015% S, 0,02–0,04% Al, 3,3–3,7% Ni, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, z n a m i e n n y t y m, że stal hartuje się w wodzie z temperatur $820\text{--}900^{\circ}\text{C}$, odpuszcza się przy temperaturach $570\text{--}620^{\circ}\text{C}$, lub na powietrzu, przy czym czas wygrzewania przy pełnym austenitzowaniu wynosi 2–6 minut/1 mm grubości, a przy odpuszczaniu 2–8 minut/1 mm grubości.

3. Sposób obróbki cieplnej stali konstrukcyjnej, zawierającej wagowo 0,008–0,12% C, 0,50–0,80% Mn, 0,15–0,35% Si, do 0,020% P, do 0,015% S, 0,02–0,04% Al, 3,3–3,7% Ni, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, z n a m i e n n y t y m, że stal hartuje się w wodzie z temperatur $820\text{--}900^{\circ}\text{C}$, a następnie po raz wtóry hartuje się w wodzie z zakresu $\alpha\text{--}\gamma$, to jest z temperatur $680\text{--}750^{\circ}\text{C}$, po czym odpuszcza się przy temperaturach $570\text{--}620^{\circ}\text{C}$ z chłodzeniem w wodzie lub na powietrzu, przy czym czas wygrzewania przy austenitzowaniu z zakresu $\alpha\text{--}\gamma$ wynosi 1–4 minut/1 mm grubości, a przy odpuszczaniu 2–8 minut/1 mm grubości.