

Utwardzane wydzieleniowo stale nierdzewne

Obróbka cieplna stali tej grupy polega na hartowaniu i odpuszczaniu. Dla niektórych gatunków stosuje się wymrażanie w celu wymuszenia przemiany martenzytycznej. Podczas odpuszczania dochodzi do wydzielenia się węglików i faz międzymetalicznych z martenzytu. Stale martenzytyczne umacniane wydzieleniowo osiągają wytrzymałość na rozciąganie nawet do 1550MPa.

Utwardzane wydzieleniowo stale nierdzewne zawierające do 0,1%C uzyskują po hartowaniu strukturę martenzytu niskowęglowego i są podatne na odkształcenie plastyczne na zimno. Stale tej grupy umacniają się podczas odpuszczania przez fazy międzymetaliczne np Ni_3Mo , $NiAl_2$, a także azotki Cr_2N i Mo_2N i częściowo także przez węgliki. Stale martenzytyczne umacniane wydzieleniowo charakteryzują się wyższymi własnościami wytrzymałościowymi w porównaniu do stali o strukturze martenzytu odpuszczonego umacnianego tylko wydzieleniami węglików - martenzytyczne stale nierdzewne.

Orientacyjny skład chemiczny (tab. 1), warunki obróbki cieplnej oraz wybrane własności mechaniczne (tab. 2) i fizyczne (tab. 3) utwardzanych wydzieleniowo stali nierdzewnych opracowano na podstawie norm PN-EN 10088-1÷3: 2007.

Literatura

- [1]. PN-EN 10088-1÷3: 2007, Stale odporne na korozję.
- [2]. L.A. Dobrzański, Metaloznawstwo opisowe stopów żelaza, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.

Tablica 1

Orientacyjny skład chemiczny oraz zamienniki utwardzanych wydzieleniowo stali nierdzewnych

EN 10088		Zamiennik			Stężenie pierwiastków, % ⁽¹⁾								
Znak stali	Numer	AISI/ASTM	PN	GOST	C	Cr	Ni	Mo	Si	Mn	Al	Nb	Inne
X1CrNiMoAlTi12-9-2	1.4530	-	-	-	≤0,015	11,50 - 12,50	8,50 - 9,50	1,85 - 2,15	≤0,10	≤0,10	0,60 - 0,80	-	Ti: 0,28 - 0,37 N: ≤0,010
X5CrNiCuNb16-4	1.4542	630	-	-	≤0,07	15,00 - 17,00	3,00 - 5,00	≤0,60	≤0,70	≤1,50	-	5xC - 0,45	Cu: 3,0 - 5,0
X7CrNiAl17-7	1.4568	631	-	09Ch17N7Ju1	≤0,09	16,00 - 18,00	6,50 - 7,80	-	≤0,70	≤1,00	0,70 - 1,50	-	-
X5CrNiMoCuNb14-5	1.4594	-	-	-	≤0,07	13,00 - 15,00	5,00 - 6,00	1,20 - 2,00	≤0,70	≤1,00	-	0,15 - 0,60	Cu: 1,20 - 2,00
X1CrNiMoAlTi12-10-2	1.4596	-	-	-	≤0,015	11,50 - 12,50	9,20 - 10,20	1,85 - 2,15	≤0,10	≤0,10	0,80 - 1,10	-	Ti: 0,28 - 0,40; N: ≤0,020
X5NiCrTiMoVB25-15-2	1.4606	-	-	-	≤0,08	13,00 - 16,00	24,0 - 27,0	1,00 - 1,50	≤1,00	1,00 - 2,00	≤0,35	-	Ti: 1,9 - 2,3; B: 0,0010 - 0,010; V: 0,10 - 0,5

⁽¹⁾ S: ≤ 0,003-0,015; P: max. 0,040;

Tablica 2

Warunki obróbki cieplnej oraz wybrane własności mechaniczne utwardzanych wydzieleniowo stali nierdzewnych w stanie obrobionym cieplnie

EN 10088		Symbol obróbki cieplnej ⁽¹⁾	Temperatura przesycania, °C / chłodzenie ⁽²⁾	Temperatura utwardzania wydzieleniowego, °C ⁽²⁾	Umowna granica plastyczności w temp. 20°C, R _{p0,2} MPa min.	Wytrzymałość na rozciąganie R _m MPa	Wydłużenie po zerwaniu A% min. (wzdł.)	Moduł sprężystości w temp., GPa		Energia łamania (ISO-V), J min. (wzdł.)
Znak stali	Numer							20°C	400°C	
X1CrNiMoAlTi12-9-2	1.4530	+P1200	820 - 860 o,p	4 h 540 - 560/ p	1100	min. 1200	12	195	-	90
X5CrNiCuNb16-4	1.4542	+P930	1030 - 1050 o,p	4 h 620/ p	720	930 - 1100	16	200	170	40
X7CrNiAl17-7	1.4568	AT	1030 - 1050 w,p	-	-	max. 850	-	200	170	-
X5CrNiMoCuNb14-5	1.4594	+P930	1030 - 1050 o,p	4 h 620/ p	720	930 - 1100	15	200	170	40
X1CrNiMoAlTi12-10-2	1.4596	+P1400	820 - 860 o,p	4 h ≥ 530 / p	1300	min. 1400	9	195	-	50
X5NiCrTiMoVB25-15-2	1.4606	+P880	970 - 990 w,o	16 h 720 / p	550	880 - 1150	20	211	183	40

⁽¹⁾ +P - utwardzanie wydzieleniowe; +AT - przesycanie; ⁽²⁾ Rodzaj chłodzenia: w - woda, o - olej, p - powietrze

Tablica 3

Wybrane własności fizyczne utwardzanych wydzieleniowo stali nierdzewnych

EN 10088		Średni współczynnik rozszerzalności cieplnej w temperaturze między, $10^{-6} \times K^{-1}$		Przewodność cieplna w temp. 20°C, W/m x K	Jednostkowa pojemność cieplna w 20°C, J/kg x K	Elektryczny opór właściwy w temp. 20°C, $\Omega \times mm^2/m$	Gęstość w temp. 20°C, kg/cm ³
Znak stali	Numer	20°C - 200°C	20°C - 400°C				
X1CrNiMoAlTi12-9-2	1.4530	10,3	11,2	16	500	0,71	7,7
X5CrNiCuNb16-4	1.4542	-	-	16	500	0,71	7,8
X7CrNiAl17-7	1.4568	13,5	-	16	500	0,8	7,8
X5CrNiMoCuNb14-5	1.4594	-	-	16	500	0,71	7,8
X1CrNiMoAlTi12-10-2	1.4596	10,3	11,2	16	500	0,71	7,7
X5NiCrTiMoVB25-15-2	1.4606	16,8	17,5	14	460	0,91	7,9
Stale magnesowalne z wyjątkiem 1.4606							