

Wybór gatunku stali odpornych na korozję do zastosowań w przemyśle spożywczym

Stale odporne na korozję z powodzeniem są stosowane na liczne elementy urządzeń, instalacji, oprzyrządowania i stanowisk pracy mających bezpośredni kontakt z pożywieniem. Stale nierdzewne są wszechstronnie użytkowane w przemyśle spożywczym i w produkcji napojów, jako materiału najczęściej stosowanego w Europie, a także na świecie.

Stale nierdzewne ze względu na strukturę podzielono na pięć grup. Wyróżniamy stale o strukturze martenzytycznej, ferrytycznej, austenitycznej, ferrytyczno-austenitycznej i utwardzane wydzieleniowo.

Pierwsza grupa stali odpornych na korozję to stale o strukturze martenzytycznej (tab. 1). Ta grupa stali nadaje się do zastosowania w mało agresywnych środowiskach, ale za to charakteryzują się one wysoką odpornością na ścieranie. Gatunek stali EN 1.4125 (AISI 440C) zawiera 1% węgla i jest nadzwyczaj twardy, więc znajduje zastosowanie na elementy pomp. Gatunek EN 1.4021 (AISI 420) zawiera, co najmniej 0,15% węgla i jest idealny do zastosowania na ostrza noży. Gatunek EN 1.4116 zawiera, co najmniej 0,45% węgla i jest stosowany na lepszej jakości noże kuchenne, które pozostają ostre po długim okresie użytkowania. Stabilizowana stal odporna na korozję o strukturze ferrytycznej EN 1.4510 (AISI 430Ti) może być stosowana na elementy profesjonalnych blatów kuchennych. Struktura ferrytyczna charakteryzuje się ograniczoną rozszerzalnością cieplną w normalnych warunkach gastronomicznego użytkowania.

Kolejną grupą stali odpornych na korozję są stale o strukturze ferrytycznej (tab. 1) zawierające ok. 17% chromu i ok. 0,05% węgla. Podstawową własnością tych stali jest ich magnetyczność, a podstawowym zastosowaniem sprzęt gospodarstwa domowego taki jak zmywaki, chłodziarki i wiele innych: patelnie, garnki itd. Gatunek stali ferrytycznej EN 1.4016 (AISI 430) charakteryzuje się wystarczającą odpornością na korozję (zwłaszcza korozję naprężeniową) i jest relatywnie tani. Stale o strukturze ferrytycznej są trudniejsze w przeróbce – formowaniu i spawaniu niż stale o strukturze austenitycznej. Dla zastosowań wymagających znacznej przeróbki plastycznej lub odporności korozyjnej należy stosować specjalne gatunki stali ferrytycznej. W przypadku, gdy zastosowanie procesów spawania jest nieuniknione należy stosować gatunki stabilizowane dodatkami tytanu lub niobu takie jak EN 1.4509; (AISI 441), które szczególnie nadają się do zastosowań na piecyki, podgrzewacze, elementy palników i inne poddawane dużemu wpływowi ciepła. Odporność na korozję wżerową tych stali można zwiększyć przez dodatek 2% molibdenu i tak zmodyfikowane gatunki stali EN 1.4521 (AISI 444) znajdują zastosowanie na elementy narażone na oddziaływanie środowisk korozyjnych zawierających chlorki.

Dodatek niklu w stalach odpornych na korozję oferuje wartościowe zwiększenie obrabialności (lepszą przeróbkę plastyczną i spawalność) oraz zwiększenie odporności korozyjnej. Stale takie tworzą trzecią grupę stali odpornych na korozję – o strukturze austenitycznej (tab. 2). Stale austenityczne zawierają od 8% do 12% niklu, co sprawia, że

są podatne na przeróbkę, lecz nadal zachowują odpowiednią twardość. Wysoka ciągliwość umożliwia ich walcowanie, prasowanie i głębokie przetłaczanie, a zawartość 18% chromu zapewnia doskonałą ochronę przed korozją. Stale tej grupy należą do najczęściej stosowanych stali odpornych na korozję w przemyśle spożywczym i gastronomii.

Tablica 1.

Wykaz odpowiedników gatunków stali martenzytycznych i ferrytycznych odpornych na korozję według AISI i PN

Typ stali	Oznaczenie stali		
	PN-EN 10088		AISI
	Znak stali	Numer stali	
Martenzytyczna	X20Cr13	1.4021	S42010 / 420
	X50CrMoV15	1.4116	
	X105CrMo17	1.4125	440C
Ferrytyczna	X6Cr17	1.4016	430
	X3CrTi17	1.4510	430Ti, 439
	X2CrMoTi18-2	1.4521	444
	X2CrTiNb18	1.4509	441

Gatunek stali EN 1.4301 (AISI 304) o strukturze austenitycznej zawiera ok. 0,05% węgla, 18% chromu i minimum 8% niklu. Znajduje on szerokie zastosowanie od zbiorników w przemyśle piwowarskim do zlewów kuchennych i pojemników na mleko. Elementy, dla których konieczne jest zastosowanie procesów głębokiego tłoczenia (beczki na piwo) należy stosować gatunki stali o stężeniu niklu podwyższonym do 9% lub więcej, co polepszy dodatkowo odkształcalność stali. Tak jak w przypadku gatunku stali ferrytycznej EN 1.4521, dodatek 2% molibdenu do stali o strukturze austenitycznej polepsza odporność na korozję wżerową. Gatunek stali EN 1.4401 (AISI 316) ma skład chemiczny taki jak gatunek AISI 304 różni się tylko podwyższonym stężeniem molibdenu do 2%, co zapewnia wysoka odporność na środowiska użytkowania zawierające wysokie stężenia chlorków lub dwutlenku siarki. Gatunek ten nadaje się do zastosowań na urządzenia i elementy do przechowywania białego wina, solonego pożywienia i elementy pracujące w agresywnych środowiskach takich jak pektyna stosowana do wyrobu dżemów, konfitur. Gatunek stali odpornej na korozję EN 1.4401 (AISI 316) jest często stosowany na elementy pracujące w bardzo agresywnych środowiskach chemicznie – pektyna do wyrobu dżemów, przechowywanie mięsa. Gatunek stali EN 1.4301 (AISI 304) znajduje zastosowanie w piwowarstwie i przemyśle mleczarskim na różnorodne - zbiorników na mleko, beczki na piwo.

Stale odporne na korozję o strukturze austenitycznej o podwyższonym udziale pierwiastków stopowych nazywane są także stalami super-austenitycznymi. Charakteryzują się wysoką odpornością na ekstremalnie agresywne środowiska korozyjne. Na przykład w procesie produkcji sosu sojowego składniki fermentują w zbiornikach przez około sześć miesięcy, dając w efekcie sos bogaty w kwasy organiczne, aminokwasy i alkohole o kwasowości pH ok. 4,7 i zawartością chlorku sodu ok. 17%. Wysokie stężenie chromu, niklu, molibdenu i azotu w stali oraz obniżone stężenie węgla zapewnia podwyższoną odporność w tak agresywnym środowisku. Typowym przykładem takich stali są gatunki EN. 1.4539 (904L) o stężeniu molibdenu ponad 4% i gatunki EN 1.4547 (254 SMO) i EN 1.4529 o stężeniu molibdenu ponad 6%.

W bardzo agresywnych środowiskach korozyjnych takich jak przy produkcji musztardy, octu, fermentacji serów, przetwórstwa ryb, może być konieczne zastosowanie kolejnej grupy stali odpornych na korozję – stali o strukturze ferrytyczno-austenitycznej zwanych również stalami duplex (tab .2). Stale tej grupy mają podwyższone stężenie chromu – 22% i ok. 3% molibdenu (gatunek EN 1.4462). Większość stali ferrytyczno-austenitycznych jest droższa od stali o strukturze austenitycznej o porównywalnej odporności korozyjnej, ale stale typu duplex charakteryzują się wyższymi własnościami mechanicznymi między innymi dzięki dodatkowi 0,15% azotu. Stale ferrytyczno-austenityczne wykazują również wyższą odporność na korozję naprężeniową niż stale austenityczne, (choć nie tak dobrą jak stale o strukturze ferrytycznej) i odporność na korozję szczelinową i wżerową wyższą od gatunku stali austenitycznej EN 1.4401 (AISI 316). Stale tej grupy są z powodzeniem stosowane na wymienniki ciepła, zbiorniki do przetworu pomidorów, sosów barbecue i sojowego.

Kolejną grupą stali odpornych na korozję są stale utwardzane wydzieleniowo, które łączą w sobie wysoką odporność na korozję stali o strukturze austenitycznej i wysokie własności mechaniczne stal o strukturze martenzytycznej. Przykładem takiej stali jest gatunek EN 1.4542 (AISI 630) z dodatkiem miedzi polepszającej odporność na redukujące kwasy i dodatek niobu, który zmniejsza korozję złącz spawanych.

Tablica 2.

Wykaz odpowiedników gatunków stali austenitycznych, duplex i utwardzanych wydzieleniowo odpornych na korozję według AISI i PN

Typ stali	Oznaczenie stali		
	PN-EN 10088		AISI/ASTM
	Znak stali	Numer	
Austenityczna	X5CrNi18-10	1.4301	304
	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	316
	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	904L/N08904
	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	S31254
	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	-
Ferrytyczno-austenityczna typu Duplex	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	2205
Utwardzana wydzieleniowo	X5CrNiCuNb16-4	1.4542	17.4 (PH) / 630

Literatura

- [1]. Stainless Steel in the Food and Beverage Industry, Materials and Applications Series, Volume 7, Euro Inox 2006