



Stal 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53 Super duplex

Stal **1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4** to wysokostopowa nierdzewna stal **Super Duplex** o dwufazowej strukturze austenityczno-ferrytycznej, chromowo-niklowo-molibdenowa z dodatkiem azotu [PN-EN 10088-1-2024-6](#). Gatunek charakteryzuje się wysoką wytrzymałością mechaniczną oraz bardzo dobrą odpornością na korozję wżerową, szczelinową i naprężeniową w środowiskach zawierających chlorki. Odpowiedniki i oznaczenia stosowane dla tego gatunku to UNS S32750 / ASTM A182 F53 / Super Duplex 2507 / SAF 2507®.

Materiały dostępne w Alfa-Tech 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53

[Pręty 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53 – gorącowalcowane, łuszczone i ciągnięte](#)

[Płaskowniki 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53](#)

[Pręty kute 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53](#)

[Odkuwki 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53 – swobodnie kute, kostki i wały kute](#)

[Rury 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53](#)

[Blachy 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53 – gorącowalcowane i zimnowalcowane](#)

Telefon: [+48 63 2610519](tel:+48632610519)
kontakt@alfa-tech.com.pl

Skład chemiczny stali 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 oraz odpowiedników i zamienników UNS S32750, F53, 2507, SS 2328, Z3CND25-06Az

Gatunek stali	Norma	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N
1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4	EN	≤ 0,030	≤ 2,00	≤ 1,00	≤ 0,035	≤ 0,015	24,0-26,0	3,0-4,5	6,0-8,0	-	0,24-0,35
S32750 / F53 / 2507	UNS / ASTM	≤ 0,030	≤ 1,20	≤ 0,80	≤ 0,035	≤ 0,020	24,0-26,0	3,0-5,0	6,0-8,0	≤ 0,50	0,24-0,32
Z3CND25-06Az	AFNOR	≤ 0,030	≤ 2,00	≤ 1,00	≤ 0,035	≤ 0,015	24,0-26,0	3,0-4,5	6,0-8,0	-	0,24-0,35



Gatunek stali	Norma	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N
2328	SS	≤ 0,030	≤ 2,00	≤ 1,00	≤ 0,035	≤ 0,015	24,0-26,0	3,0-4,5	6,0-8,0	-	0,24-0,35

Charakterystyka stali 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750

Stal **1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750** należy do grupy wysokostopowych stali nierdzewnych **Super Duplex**. Łączy dwufazową mikrostrukturę ferrytyczno-austenityczną z wysoką zawartością chromu, molibdenu i azotu, dzięki czemu osiąga znacznie wyższą wytrzymałość mechaniczną oraz odporność na korozję lokalną niż typowe stale austenityczne, takie jak [1.4301](#) czy [1.4404](#).

Gatunek został opracowany przede wszystkim do pracy w silnie agresywnych środowiskach zawierających chlorki. Szczególnie dobrze sprawdza się w wodzie morskiej, instalacjach odsalania, przemyśle chemicznym i petrochemicznym oraz w instalacjach wydobywania i przetwarzania ropy naftowej i gazu.

Wysoka zawartość [chromu](#), [molibdenu](#) i [azotu](#) zapewnia bardzo wysoką odporność na korozję wżerową i szczelinową, natomiast struktura duplex zapewnia wysoką odporność na korozję naprężeniową wywołaną działaniem chlorków.

Mikrostruktura stali Super Duplex 1.4410

Stal 1.4410 posiada charakterystyczną dla stali duplex dwufazową strukturę złożoną z [ferrytu](#) i [austenitu](#). Odpowiednia równowaga obu faz ma kluczowe znaczenie dla uzyskania wymaganej kombinacji odporności korozyjnej, wytrzymałości i ciągliwości.

Ferryt odpowiada między innymi za wysoką wytrzymałość i zwiększoną odporność na korozję naprężeniową, natomiast austenit korzystnie wpływa na ciągliwość i [udarność](#) materiału. Skład chemiczny oraz parametry obróbki cieplnej i spawania muszą być kontrolowane tak, aby nie dopuścić do powstawania nadmiernej ilości niepożądanych faz międzymetalicznych.

Długotrwałe przebywanie materiału w niewłaściwym zakresie temperatur może prowadzić do wydzielania faz, które obniżają zarówno ciągliwość, jak i odporność korozyjną stali.



PREN stali 1.4410 - odporność na korozję wżerową

Jednym z parametrów stosowanych do porównywania odporności stali nierdzewnych na [korozję wżerową](#) jest wskaźnik [PREN](#).

Dla stali bez dodatku wolframu najczęściej stosuje się zależność:

$$\text{PREN} = \%Cr + 3,3 \times \%Mo + 16 \times \%N$$

Dla typowego składu stali 1.4410 / S32750 wartość PREN przekracza **40**, co jest jedną z charakterystycznych cech stali klasy Super Duplex. Wysoka wartość PREN wynika przede wszystkim z połączenia około 25% chromu, około 4% molibdenu i około 0,3% azotu.

Sam wskaźnik PREN nie opisuje jednak całkowitej odporności korozyjnej materiału. Na zachowanie stali wpływają również mikrostruktura, stan powierzchni, sposób wykonania połączeń spawanych, temperatura, stężenie chlorków, pH oraz obecność innych substancji agresywnych.

Odporność korozyjna stali 1.4410 / S32750

Stal 1.4410 charakteryzuje się bardzo wysoką odpornością na wiele mechanizmów [korozji stali i metali](#), szczególnie w środowiskach zawierających chlorki.

Korozja wżerowa

Wysoka zawartość chromu, molibdenu i azotu zapewnia stali 1.4410 bardzo wysoką odporność na [korozję wżerową](#). Jest to szczególnie istotne w wodzie morskiej, wodach zasolonych oraz roztworach przemysłowych zawierających chlorki.

Korozja szczelinowa

Gatunek wykazuje również wysoką odporność na [korozję szczelinową](#), która może rozwijać się między innymi pod uszczelkami, w połączeniach kołnierзовych oraz w miejscach o ograniczonej wymianie medium.

Korozja naprężeniowa SCC

Dwufazowa struktura stali Super Duplex zapewnia znacznie większą odporność na [korozję naprężeniową SCC](#) w środowiskach chlorkowych niż w przypadku konwencjonalnych stali nierdzewnych o strukturze austenitycznej.



Korozja ogólna, erozyjna i zmęczeniowa

Stal 1.4410 wykazuje także wysoką odporność na [korozję ogólną](#), a jej wysoka wytrzymałość mechaniczna i odporność korozyjna są korzystne w instalacjach narażonych na korozję erozyjną i zmęczenie korozyjne.

Środowisko morskie

Ze względu na wysoką odporność na działanie chlorków stal S32750 znajduje szerokie zastosowanie w instalacjach wykorzystujących wodę morską. Stosowana jest między innymi w wymiennikach ciepła, instalacjach chłodzenia wodą morską, systemach offshore oraz urządzeniach odsalających. Więcej informacji: [korozja morska stali i metali](#).

Właściwości mechaniczne stali 1.4410 / S32750

Stal 1.4410 wyróżnia się bardzo wysoką wytrzymałością mechaniczną. Granica plastyczności jest znacznie wyższa niż w przypadku standardowych austenitycznych stali nierdzewnych. Dokładne wartości zależą od postaci wyrobu, jego wymiarów, normy produktowej oraz stanu dostawy.

Właściwość	Wartość orientacyjna
Granica plastyczności Rp0,2	≥ 550 MPa
Wytrzymałość na rozciąganie Rm	około 750–1000 MPa
Wydłużenie A	≥ 25%
Twardość	do około 290 HB
Moduł sprężystości E	około 200 GPa

Podane wartości mają charakter orientacyjny. Przy projektowaniu elementów należy stosować wartości wymagane przez odpowiednią normę produktową dla konkretnej postaci i wymiaru wyrobu.

Właściwości fizyczne stali 1.4410

Właściwość	Wartość orientacyjna
Gęstość	około 7,8 g/cm ³
Moduł sprężystości	około 200 GPa



Właściwość

Wartość orientacyjna

Przewodność cieplna w 20°C

około 14 W/(m·K)

Ciepło właściwe w 20°C

około 480 J/(kg·K)

Współczynnik rozszerzalności cieplnej

około $13 \times 10^{-6}/K$

W porównaniu z typowymi stalami austenitycznymi stale Super Duplex charakteryzują się niższą rozszerzalnością cieplną, co może być korzystne przy projektowaniu instalacji pracujących przy zmiennych temperaturach.

Spawalność stali 1.4410 / S32750

Stal 1.4410 posiada **dobrą spawalność**, jednak proces spawania powinien być prowadzony z uwzględnieniem specyfiki stali Super Duplex. Kluczowym zadaniem jest zachowanie odpowiedniej równowagi ferrytu i austenitu oraz ograniczenie ryzyka powstawania niekorzystnych faz międzymetalicznych.

Stosuje się między innymi metody TIG, MIG/MAG oraz spawanie elektrodami otulonymi. W zależności od konstrukcji i grubości materiału mogą być stosowane również inne procesy spawalnicze. Materiały dodatkowe dobiera się tak, aby zapewnić właściwą strukturę i odporność korozyjną spoiny.

Podczas [spawania stali nierdzewnej](#) 1.4410 istotne jest kontrolowanie energii liniowej, temperatury międzyściegowej oraz czasu przebywania materiału w zakresie temperatur sprzyjających wydzielaniu niepożądanych faz.

Obróbka cieplna stali 1.4410

Podstawową obróbką cieplną stali 1.4410 jest **przesycanie**, po którym materiał jest szybko chłodzony w celu uzyskania właściwej mikrostruktury i odporności korozyjnej.

Stale Super Duplex nie są przeznaczone do zwiększania twardości poprzez klasyczne hartowanie i odpuszczanie stosowane dla stali martenzytycznych. Ich właściwości wynikają przede wszystkim ze składu chemicznego oraz kontrolowanej struktury ferrytyczno-austenitycznej.

Należy unikać niepotrzebnego długotrwałego wygrzewania w pośrednich zakresach temperatur, ponieważ może ono prowadzić do wydzielania faz międzymetalicznych i pogorszenia odporności korozyjnej oraz udarności.



Obróbka skrawaniem stali 1.4410

Ze względu na wysoką wytrzymałość mechaniczną i skłonność do umocnienia podczas odkształcenia stal 1.4410 jest trudniejsza w obróbce skrawaniem niż typowe stale austenityczne.

Podczas toczenia, frezowania i wiercenia zaleca się stosowanie sztywnych obrabiarek i mocowań, ostrych narzędzi oraz odpowiednio dobranych parametrów skrawania. Należy ograniczać niepotrzebne tarcie narzędzia o obrabianą powierzchnię, ponieważ może ono powodować lokalne umocnienie materiału i przyspieszone zużycie ostrza.

Obróbka plastyczna stali Super Duplex 1.4410

Stal może być poddawana obróbce plastycznej na gorąco i na zimno, jednak jej wysoka granica plastyczności powoduje konieczność stosowania większych sił niż w przypadku standardowych stali austenitycznych.

Przy znacznym odkształceniu należy uwzględnić wpływ procesu na mikrostrukturę oraz właściwości mechaniczne i korozyjne materiału. Po określonych operacjach formowania może być konieczne ponowne przesycanie.

Zastosowanie stali 1.4410 / UNS S32750 / Super Duplex 2507

Połączenie bardzo wysokiej odporności korozyjnej z wysoką wytrzymałością mechaniczną powoduje, że stal 1.4410 jest stosowana przede wszystkim w wymagających instalacjach przemysłowych:

- **przemysł offshore i morski** – instalacje wody morskiej, rurociągi, kolektory, elementy platform i urządzenia podmorskie,
- **instalacje odsalania wody morskiej** – rurociągi, pompy, zawory i wymienniki ciepła,
- **przemysł naftowy i gazowy** – instalacje wydobywcze, rurociągi procesowe i urządzenia pracujące w agresywnych mediach,
- **przemysł chemiczny i petrochemiczny** – aparatura, zbiorniki, rurociągi i wymienniki ciepła,
- **rafinerie** – instalacje procesowe narażone na działanie agresywnych mediów i chlorków,



- **przemysł celulozowo-papierniczy** – urządzenia i instalacje pracujące w środowiskach korozyjnych,
- **instalacje geotermalne** – elementy narażone na działanie gorących, silnie zmineralizowanych wód,
- **elementy wysoko obciążone mechanicznie** – wały, odkuwki, elementy pomp i armatury wymagające jednocześnie wysokiej wytrzymałości i odporności korozyjnej.

1.4410 / S32750 – dlaczego stal Super Duplex?

Stal **1.4410 / UNS S32750** jest wybierana przede wszystkim tam, gdzie standardowe stale nierdzewne nie zapewniają wystarczającej odporności na działanie chlorków lub wymagane są jednocześnie bardzo dobre właściwości mechaniczne. Wysoka granica plastyczności może pozwalać na projektowanie elementów o mniejszych przekrojach niż w przypadku wielu klasycznych stali austenitycznych, natomiast wysoki PREN oraz dwufazowa mikrostruktura zapewniają bardzo dobrą odporność na korozję wżerową, szczelinową i naprężeniową.

Gatunek 1.4410 jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych przedstawicieli grupy **stali Super Duplex** i znajduje zastosowanie wszędzie tam, gdzie kluczowe znaczenie mają jednocześnie wysoka wytrzymałość, trwałość oraz odporność na agresywne środowiska chlorkowe.

Stale duplex i super duplex

Stale duplex

[1.4362 – stal duplex chromowo-niklowa z dodatkiem molibdenu, miedzi i azotu X2CrNiN23-4, UNS S32304, Duplex 2304](#)

[1.4162 – stal duplex chromowo-manganowo-niklowa z dodatkiem Mo i Cu X2CrMnNiN21-5-1, UNS S32101, LDX 2101®, A182 F69.](#)

[1.4460 – stal duplex chromowo-niklowo-molibdenowa z dodatkiem azotu X3CrNiMoN27-5-2, AISI 329, UNS S32900, SS 2324.](#)

[1.4462 – stal duplex chromowo-niklowo-molibdenowa z dodatkiem azotu X2CrNiMoN22-5-3, UNS S31803, S32205, Duplex 2205](#)

Super Duplex

[1.4410 – stal super duplex chromowo-niklowo-molibdenowa z dodatkiem azotu X2CrNiMoN25-7-4 – UNS S32750 – Super Duplex 2507](#)

[1.4501 – stal super duplex chromowo-niklowo-molibdenowa z dodatkiem Cu, W i N](#)



Stal 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53 Super duplex

[X2CrNiMoCuWN25-7-4 - UNS S32760](#)

[1.4507 - stal super duplex chromowo-niklowo-molibdenowa z dodatkiem Cu i N](#)

[X2CrNiMoCuN25-6-3 - UNS S32550 - F61 / Alloy 255](#)

Zobacz tez pozostałe stale odporne na korozję

Stale nierdzewne

[→ Stale nierdzewne - opis grupy](#)

Stale nierdzewne martenzytyczne

- [2H13 - X20Cr13 / 1.4021 / AISI 420](#)
- [4H13 - X46Cr13 / 1.4034 / AISI 420C](#)
- [2H17N2 - X17CrNi16-2 / 1.4057 / AISI 431](#)
- [3H17M - X39CrMo17-1 / 1.4122](#)
- [H18 - 1.4112 / 1.4125 / AISI 440C](#)
- [1.4418 - X4CrNiMo16-5-1 / S165M](#)
- [1.4313 - X3CrNiMo13-4](#)

Stale nierdzewne ferrytyczne

- [H17 - X6Cr17 / 1.4016 / AISI 430](#)

Stale nierdzewne austenityczne i kwasoodporne

[→ Stale nierdzewne kwasoodporne - opis grupy](#)

- [H18N10MT - X6CrNiMoTi17-12-2 / 1.4571 / AISI 316Ti](#)
- [H18N12Nb - X6CrNiNb18-10 / 1.4550 / AISI 347](#)
- [H17N13M2T - X6CrNiMoTi17-12-2 / 1.4571 / AISI 316Ti](#)
- [00H17N14M2 - 1.4404 / AISI 316L](#)
- [1H18N9 - X10CrNi18-8 / 1.4310 / AISI 302](#)
- [1H18N9T - X6CrNiTi18-10 / 1.4541 / AISI 321](#)
- [0H18N9 - X5CrNi18-10 / 1.4301 / AISI 304](#)
- [0H23N28M3TCu - X1NiCrMoCu25-20-5 / 1.4539 / AISI 904L](#)
- [1.4567 - X3CrNiCu18-9-4 / AISI 304Cu](#)
- [1.4529 - X1NiCrMoCuN25-20-7 / AISI 926 / UNS N08926](#)



Stal 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53 Super duplex

Stale nierdzewne utwardzane wydzieleniowo (PH)

- [1.4542 - X5CrNiCuNb16-4 / 17-4 PH / AISI 630](#)

Stale nierdzewne austenityczno-ferrytyczne (Duplex)

→ Stale Duplex i Super Duplex - opis grupy

Lean Duplex

- [1.4162 - X2CrMnNiN21-5-1 / UNS S32101 / LDX 2101®](#)
- [1.4362 - X2CrNiN23-4 / UNS S32304 / Duplex 2304](#)

Duplex

- [1.4460 - X3CrNiMoN27-5-2 / AISI 329 / UNS S32900](#)
- [1.4462 - X2CrNiMoN22-5-3 / UNS S31803 / S32205 / Duplex 2205](#)

Super Duplex

- [1.4410 - X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / Super Duplex 2507](#)
- [1.4501 - X2CrNiMoCuWN25-7-4 / UNS S32760 / Super Duplex](#)
- [1.4507 - X2CrNiMoCuN25-6-3 / UNS S32550 / Alloy 255](#)

Stale żaroodporne i żarowytrzymałe

→ Stale żaroodporne i żarowytrzymałe - opis grupy

- [H5M - 12CrMo19-5 / 1.7362](#)
- [H6S2 - X10CrAl7 / 1.4713](#)
- [H13JS - X10CrAl13 / 1.4724](#)
- [H18JS - X10CrAl18 / 1.4742](#)
- [H24JS - X10CrAl24 / 1.4762](#)



Stal 1.4410 / X2CrNiMoN25-7-4 / UNS S32750 / F53 Super duplex

- [H25T - X8CrTi25 / 1.4746](#)
- [H20N12S2 - X15CrNiSi20-12 / 1.4828](#)
- [H23N13 - X12CrNi23-13 / 1.4833](#)
- [H23N18 - X12CrNi25-21 / 1.4845](#)
- [H25N20S2 - X15CrNiSi25-20 / 1.4841](#)
- [H16N36S2 - X12NiCrSi35-15 / 1.4864](#)
- [1.4835 - 253 MA / X9CrNiSiNCe21-11-2](#)
- [1.4876 - X10NiCrAlTi32-21 / Alloy 800](#)

Stale kotłowe wysokostopowe do pracy przy podwyższonych temperaturach

→ Stale kotłowe wysokostopowe - opis grupy

- [15H11MF - 15X11MΦ](#)
- [15H12WMF - 15X12BHMΦ](#)
- [20H12M1F - X20CrMoV12-1 / 1.4922](#)
- [23H12MNF - X22CrMoV12-1 / 1.4923](#)