

WŁASNOŚCI MECHANICZNE CZĘŚCI ZŁĄCZNYCH ZE STALI NIERDZEWNYCH, ODPORNYCH NA KOROZJĘ (w oparciu o PN-EN ISO 3506: 2000).

Stal grupy A (struktura austenityczna)

W ISO 3506 podano pięć głównych rodzajów stali austenitycznych od A1 do A5. Nie mogą one być hartowane i zwykle są niemagnetyczne. Aby zmniejszyć podatność na utwardzanie, do stali rodzajów od A1 do A5 można dodać miedzi.

Ponieważ tlenek chromu zwiększa odporność stali na korozję, dla stali niestabilizowanych rodzajów A2 i A4 bardzo ważna jest niska zawartość węgla. Z powodu wysokiego powinowactwa chromu do węgla uzyskuje się węgiel chromu zamiast tlenku chromu, który jest bardziej właściwy w podwyższonych temperaturach.

Dla stali stabilizowanych rodzajów A3 i A5, składniki Ti, Nb lub Ta reagując z węglem powodują w pełnym zakresie powstawanie tlenku chromu, co redukuje zagrożenie powstania korozji międzykrystalicznej.

Do zastosowań morskich oraz im podobnych wymagane są stale o zawartościach Cr i Ni około 20% i od 4,5% do 6,5% Mo.

Przy wysokich naciskach powierzchniowych trące powierzchnie mogą się zacierać. Może to zachodzić na gwincie śrub i nakrętek, na powierzchniach stykowych, stale austenityczne są do tego bardziej skłonne od stali normalnych. Dla połączeń sprężystych i przy określonych warunkach stosowania zaleca się użycie pary materiałów A2 i A4, można także oddzielić części trące warstewką smaru.

Stal rodzaju A1

Stal tego rodzaju przeznaczona jest głównie do obróbki skrawaniem, przede wszystkim z powodu dużej zawartości siarki. Stale tego rodzaju mają niższą odporność na korozję niż odpowiadające im stale o normalnej zawartości siarki.

Stal rodzaju A2

Stale tego rodzaju są najczęściej stosowanymi stalami nierdzewnymi, używane są do produkcji wyposażenia kuchni oraz aparatury dla przemysłu chemicznego, nie nadają się do stosowania w kwasie utleniającym i środkach zawierających chlor, np. w basenach i wodzie morskiej.

Stal rodzaju A3

Stale tego rodzaju są nierdzewnymi stalami stabilizowanymi o właściwościach stali A2.

Stal rodzaju A4

Stale tego rodzaju - „stale kwasoodporne”, są stopami Mo mającymi większą odporność na korozję, stosuje się je głównie w przemyśle celulozowym, ponieważ ten rodzaj stali wytworzono do pracy we wrzącym kwasie siarkowym (stąd nazwa) i jest do pewnego stopnia możliwe stosowanie jej w środowisku zawierającym chlor. A4 jest również często stosowana w przemyśle okrętowym i spożywczym.

Stal rodzaju A5

Stale tego rodzaju są stabilizowanymi „stalami kwasoodpornymi” o właściwościach stali A4.

Stal grupy FA (struktura ferrytyczno-austenityczna)

W ISO 3506 nie podano stali grupy FA, ale będzie ona prawdopodobnie uwzględniona w przyszłości.

Stale zaliczane do tej grupy nazywane są także stalami duplex, mają one lepsze własności od stali typu A4 i A5, szczególnie w zakresie wytrzymałości. Są także bardzo odporne w przypadku korozji wżerowej i pęknięciowej.

1. Oznaczenie stali austenitycznej

Oznaczenie rodzaju stali składa się z litery A dla stali austenitycznej, oraz cyfry wskazującej zakres składu chemicznego tej stali.

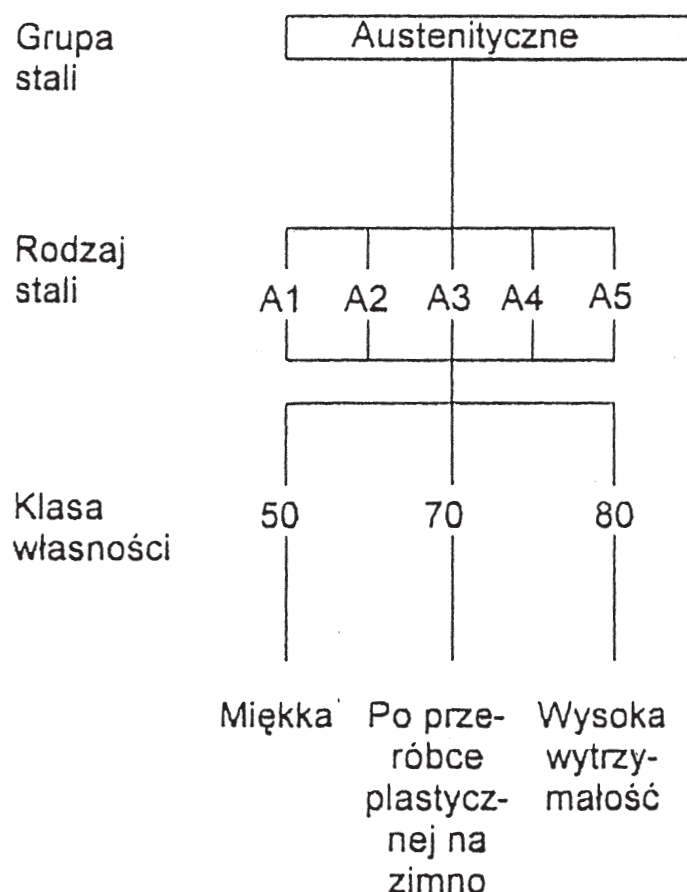
Oznaczenie klasy własności (drugi blok) składa się z 2 cyfr określających 1/10 wytrzymałości na rozciąganie.

Przykład: A2-70 oznacza stal austenityczną, po przeróbce plastycznej na zimno, minimum 700 N/mm² (700 MPa) wytrzymałości na rozciąganie.

Stale nierdzewne niskowęglowe o zawartości węgla nie przekraczającej 0,03% mogą być dodatkowo znakowane literą L.

Przykład: A4L 80

Rysunek 1. System oznaczeń rodzajów stali nierdzewnych oraz klasy własności

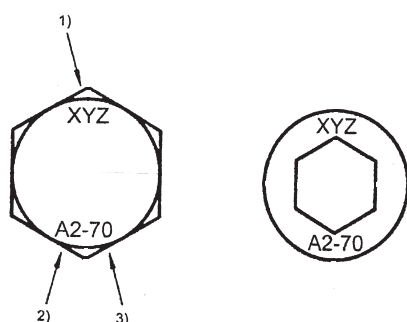


2. Znakowanie

2.1 Śruby

Wszystkie śruby z łbem sześciokątnym i śruby z łbem okrągłym i gniazdem sześciokątnym o nominalnej średnicy gwintu $d \geq 6$ mm powinny być wyraźnie oznakowane. Znakowanie to powinno zawierać rodzaj stali i klasę wytrzymałości oraz znak identyfikacyjny producenta śruby. Pozostałe typy śrub mogą być, jeżeli to tylko możliwe, znakowane w ten sam sposób i tylko na łbie. Dodatkowe znakowanie jest dozwolone, pod warunkiem jednak, iż nie będzie powodować niejasności.

Rysunek 2. Znakowanie śrub



- 1) znak identyfikacyjny producenta
- 2) rodzaj stali
- 3) klasa własności

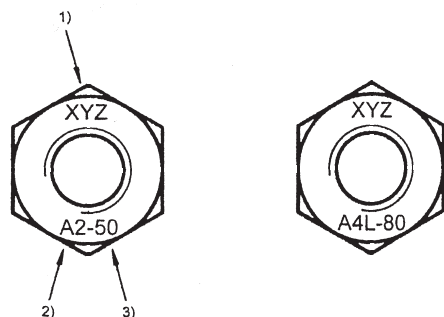
2.2 Śruby dwustronne

Wszystkie śruby dwustronne o nominalnej średnicy gwintu $d \geq 6$ mm powinny być wyraźnie oznakowane, na nie gwintowanej części śruby dwustronnej i powinno zawierać znak identyfikacyjny producenta, grupę stali i klasę własności. Jeśli znakowanie na nie gwintowanej części nie jest możliwe, dopuszcza się znakowanie na nakrętkowym końcu śruby dwustronnej.

2.3 Nakrętki

Znakowanie jest obowiązkowe na nakrętkach o średnicy nominalnej gwintu $d \geq 5$ mm i powinny być one znakowane rodzajem stali i klasą własności oraz znakiem identyfikacyjnym producenta, zakładając, że względy techniczne za tym przemawiają. Znakowanie w formie nacięcia tylko na jednej powierzchni jest dopuszczalne, gdy znajduje się na powierzchni nośnej nakrętek, alternatywnie dopuszcza się znakowanie na powierzchni bocznej.

Rysunek 3. Znakowanie nakrętek



- 1) znak identyfikacyjny producenta
- 2) rodzaj stali
- 3) klasa własności

2.4 Śruby bez łba z gwintem na całej długości

Znakowanie śrub bez łba z gwintem na całej długości nie jest obowiązkowe.

Tablica 2 Własności mechaniczne śrub i śrub dwustronnych - stale austenityczne

Grupa	Rodzaj	Klasa własności	Zakres średnicy gwintu	Wytrzymałość na rozciąganie $R_m^{1)}$ min. N/mm ²	Napężenie przy trwałym wydłużeniu o 0,2% $R_{p 0,2}^{1)}$ min. N/mm ²	Wydłużenie po zerwaniu $A^2)$ min. mm
Austenityczne	A1, A2	50	≤ M39	500	210	0,6 d
	A3, A4, A5	70	≤ M24 ³⁾	700	450	0,4 d
		80	≤ M24 ³⁾	800	600	0,3 d

- 1) Napężenia rozciągające obliczone dla pola przekroju
- 2) Określone dla rzeczywistej długości śruby, a nie dla przygotowanej próbki do badań; d jest nominalną średnicą gwintu.
- 3) Dla części złącznych o nominalnych średnicach gwintu $d > 24$ mm własności mechaniczne powinny być uzgodnione między producentem a odbiorcą i znakowane rodzajem oraz klasą własności zgodnie z niniejszą tablicą

Tablica 3 Własności mechaniczne nakrętek - stale austenityczne

Grupa	Rodzaj	Własności mechaniczne		Zakres średnicy gwintu d mm	Napężenie pod obciążeniem próbnym Sp min. N/mm ²	
		Nakrętki ($m \geq 0,8 d$)	Nakrętki niskie ($0,5 d \leq m < 0,8 d$)		Nakrętki ($m \geq 0,8 d$)	Nakrętki niskie ($0,5 d \leq m < 0,8 d$)
Austenityczna	A1	50	0,25	≤ 39	500	250
	A2	70	0,35	≤ 24 ¹⁾	700	350
	A3 A4, A5	80	0,40	≤ 24 ¹⁾	800	400

- 1) Dla części złączonych o nominalnych średnicach gwintu $d > 24$ mm własności mechaniczne powinny być uzgodnione pomiędzy producentem a odbiorcą i znakowane rodzajem oraz klasą własności zgodnie z niniejszą tablicą.

3. Skład chemiczny

Składy chemiczne stali nierdzewnych przedstawia poniższa tablica nr 1.

Tablica 1 Rodzaje stali nierdzewnych - skład chemiczny

Grupa	Rodzaj	Skład chemiczny ¹⁾ %									Uwagi
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
Austenityczne	A1	0,12	1	6,5	0,2	od 0,15 do 0,35	od 16 do 19	0,7	od 5 do 10	od 1,75 do 2,25	2)3)4)
	A2	0,1	1	2	0,05	0,03	od 15 do 20	– ⁵⁾	od 8 do 19	4	6)7)
	A3	0,08	1	2	0,045	0,03	od 17 do 19	– ⁵⁾	od 9 do 12	1	8)
	A4	0,08	1	2	0,045	0,03	od 16 do 18,5	od 2 do 3	od 10 do 15	1	7)9)
	A5	0,08	1	2	0,045	0,03	od 16 do 18,5	od 2 do 3	od 10,5 do 14	1	8)9)

UWAGI

Oznaczenie A przy grupach i rodzajach stali nierdzewnych dotyczy ich specyficznych własności i zastosowań.

- 1) Podane wartości są maksymalne, jeżeli nie podano inaczej.
- 2) Siarka może być zastąpiona selenem.
- 3) Jeżeli zawartość niklu stanowi mniej niż 8%, minimalna zawartość manganu powinna wynosić 5%.
- 4) Nie ma limitu minimalnego dotyczącego zawartości miedzi, przy założeniu, że zawartość niklu jest większa niż 8%.
- 5) Zawartość molibdenu można pozostawić do uznania producentowi. Jeżeli niektóre zastosowania wymagają zawartości molibdenu, odbiorca powinien ją określić w chwili zamawiania.
- 6) Jeżeli zawartość chromu stanowi mniej niż 17%, zalecana zawartość niklu stanowi minimum 12%.
- 7) Dla stali austenitycznych o maksymalnej zawartości węgla 0,03% obecność azotu nie powinna przekraczać 0,22%.
- 8) W celu stabilizacji zawartość tytanu powinna wynosić $\geq 5 \times C$ do maksymalnych wartości 0,8% lub zawartość niobu lub/i tantalu powinna wynosić $\geq 10 \times C$ do maksymalnych wartości 1,0% i być właściwie oznaczona zgodnie z tablicą.
- 9) Producent może zwiększyć zawartość węgla, gdy jest to wymagane w celu osiągnięcia określonych własności mechanicznych przy większych średnicach, jednak w przypadku stali austenitycznej zawartość ta nie powinna przekraczać 0,12%.

4. Własności mechaniczne

Własności mechaniczne podane są w poniższych tablicach nr 2, 3 i 4.

Tablica 4 Minimalny moment zrywający M_{B1min} dla śrub od M1,6 do M16 (gwint zwykły) ze stali austenitycznej

Gwint	Minimalny moment zrywający M_{B1min}		
	Mn		
	Klasa własności		
	50	70	80
M1,6	0,15	0,2	0,24
M2	0,3	0,4	0,48
M2,5	0,6	0,9	0,96
M3	1,1	1,6	1,8
M4	2,7	3,8	4,3
M5	5,5	7,8	8,8
M6	9,3	13	15
M8	23	32	37
M10	46	65	74
M12	80	110	130
M16	210	290	330

Wytrzymałość na rozciąganie R_m ;

- powinna być określona dla części złącznych o długości równej 2,5 x nominalna średnica gwintu (2,5 d) lub dłuższych, obciążeniu rozciągającemu powinien być poddany odcinek bez gwintu o długości równej co najmniej nominalnej średnicy gwintu (d).

4.1 Własności mechaniczne w podwyższonych temperaturach

Obniżenie granicy plastyczności i naprężenia przy 0,2% trwałego wydłużenia w podwyższonych temperaturach, w % wartości dla temperatury pokojowej, obrazuje tablica 5.

Tablica 5 Wpływ temperatury na R_{eL} i $R_{p0,2}$

Rodzaj stali	R_{eL} i $R_{p0,2}$			
	%			
	Temperatura			
	+ 100°C	+ 200°C	+ 300°C	+ 400°C
A2 A4	85	80	75	70
UWAGA – Powyższe dotyczy tylko klas własności 70 i 80				

4.2 Zastosowanie w niskich temperaturach

Tablica 6 Zastosowania śrub i śrub dwustronnych ze stali nierdzewnych w niskich temperaturach (tylko stal austenityczna)

Rodzaj stali	Dolne granice temperatury stosowania przy pracy ciągłej	
A2	- 200°C	
A4	Śruby ¹⁾	- 60°C
	Śruby dwustronne	- 200°C
1) W połączeniu ze składnikiem stopowym Mo, stabilność austenitu zmniejsza się i temperatura przemiany zostaje podniesiona do wyższych wartości, jeżeli podczas produkcji części złącznych następuje wysoki stopień odkształcenia.		

5. Własności magnetyczne stali nierdzewnych austenitycznych

Wszystkie części złączne ze stali nierdzewnej austenitycznej są zwykle niemagnetyczne, po przeróbce plastycznej na zimno niektóre własności mogą być oczywiste.

Każdy materiał ma określoną zdolność do namagnesowania; również stal nierdzewna. Materiał mógłby być całkowicie niemagnetyczny tylko w próżni, dlatego pomiar przenikalności materiału w polu magnetycznym uwzględnia współczynnik przenikalności dla materiału właśnie w próżni. Im niższa przenikalność, tym bliższy liczbie 1 jest współczynnik.

Przykład;

A2 » 1,8 A4 » 1,015 A4L » 1,005

6. Dodatki

Dodatek 1 Skład chemiczny stali austenitycznych %¹⁾

Typ stali ²⁾	C	Si max.	Mn max.	P max.	S	N	Al	Cr	Mo	Nb ³⁾	Ni	Se Min.	Ti	Cu	Identyfikacja rodzaju części złącznej ⁴⁾
10	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 17,0 do 19,0	-	-	Od 9,0 do 12,0	-	-	-	A2 ⁵⁾
11	0,07 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 17,0 do 19,0	-	-	Od 8,0 do 11,0	-	-	-	A2
15	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 17,0 do 19,0	-	-	Od 9,0 do 12,0	-	5 x % C ≤ 0,80	-	A3 ⁶⁾
16	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 17,0 do 19,0	-	10 x % C ≤ 1,0	Od 9,0 do 12,0	-	-	-	A3 ⁶⁾
17	0,12 max.	1,0	2,0	0,045	od 0,15 do 0,35	-	-	Od 17,0 do 19,0	- ⁷⁾	-	Od 8,0 do 10,0 ⁸⁾	-	-	-	A1
13	0,10 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 17,0 do 19,0	-	-	Od 11,0 do 13,0	-	-	-	A2
19	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 2,5	-	Od 11,0 do 14,0	-	-	-	A4
20	0,07 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 2,5	-	Od 10,5 do 13,5	-	-	-	A4
21	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 2,5	-	Od 11,0 do 14,0	-	5 x % C ≤ 0,80	-	A5 ⁶⁾
23	0,08 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 2,5	10 x % C ≤ 1,0	Od 11,0 do 14,0	-	-	-	A5 ⁶⁾
19a	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 3,0	-	Od 11,5 do 14,5	-	-	-	A4
20a	0,07 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	-	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 3,0	-	Od 11,0 do 14,0	-	-	-	A4
10N	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	Od 0,12 do 0,22	-	Od 17,0 do 19,0	-	-	Od 8,5 do 11,5	-	-	-	A2
19N	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	Od 0,12 do 0,22	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 2,5	-	Od 10,5 do 13,5	-	-	-	A4 ⁵⁾
19aN	0,030 max.	1,0	2,0	0,045	0,030 max.	Od 0,12 do 0,22	-	Od 16,5 do 18,5	Od 2,0 do 3,0	-	Od 11,5 do 14,5	-	-	-	A4 ⁵⁾

1) Składniki bez wartości wyszczególnionych w niniejszej tabeli nie powinny być celowo dodawane do stali bez uzgodnienia z odbiorcą, oprócz tych potrzebnych do końcowej obróbki cieplnej. W celu zapobieżenia dodawania ziarnu lub też innych materiałów używanych w produkcji, które mają wpływ na hartowność, własności mechaniczne oraz zastosowanie, powinny być użyte wszystkie dostępne środki.

2) Numery typu stali są próbne i będą zmienione w chwili opracowania odpowiedniej normy międzynarodowej.

3) Tantal wpływa na własności w ten sam sposób co niob

4) Brak w arkuszu ISO 683-13

5) Najwyższa odporność na korozję międzykrystaliczną

6) Stale stabilizowane

7) Producent ma możliwość dodania molibdenu do max. 0,70% (m/m)

8) Maksymalna zawartość niklu w półfabrykatakach do produkcji rur bezszwowych może być zwiększona o 0,5 % (m/m)

Dodatek 2 Typy stali austenitycznych

Oznaczenie ¹⁾		Skład chemiczny ²⁾ %										Identyfikacja rodzaju materiału części złącznej ³⁾
Nr	Nazwa	Zgodnie z ISO 4954:1979	C	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Inne	
78	X 2 CrNi 18 10 E	D20	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	od 17,0 do 19,0		od 9,0 do 12,0		A2 ⁴⁾
79	X 5 CrNi 18 9 E	D21	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	od 17,0 do 19,0		od 8,0 do 11,0		A2
80	X 10 CrNi 18 9 E	D22	≤ 0,12	1,00	2,00	0,045	0,030	od 17,0 do 19,0		od 8,0 do 10,0		A2
81	X 5 CrNi 18 12 E	D23	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	od 17,0 do 19,0		od 11,0 do 13,0		A2
82	X 6 CrNi 18 16 E	D25	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	od 15,0 do 17,0		od 17,0 do 19,0		A2
83	X 6 CrNiTi 18 10 E	D26	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	od 17,0 do 19,0		od 9,0 do 12,0	Ti: 5 x % C ≤ 0,80	A3
84	X 5 CrNiMo 17 12 2 E	D29	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	od 16,5 do 18,5	od 2,0 do 2,5	od 10,5 do 13,5		A4
85	X 6 CrNiMoTi 17 12 2 E	D30	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	od 16,5 do 18,5	od 2,0 do 2,5	od 11,0 do 14,0	Ti: 5 x % C ≤ 0,80	A5
86	X 2 CrNiMo 17 13 3 E	-	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	od 16,5 do 18,5	od 2,5 do 3,0	od 11,5 do 14,5	N: od 0,12 do 0,22	A4 ⁴⁾
87	X 2 CrNiMoN 17 13 3 E	-	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	od 16,5 do 18,5	od 2,5 do 3,0	od 11,5 do 14,5	N: od 0,12 do 0,22	A4 ⁴⁾
88	X 3 CrNiCu 18 9 3 E	D32	≤ 0,04	1,00	2,00	0,045	0,030	od 17,0 do 19,0	od 2,5 do 3,0	od 8,5 do 10,5	Cu: od 3,00 do 4,00	A2

1) Oznaczenia podane w pierwszej kolumnie są kolejnymi numerami. Oznaczenia podane w drugiej kolumnie są zgodne z systemem proponowanym przez ISO/TC 17/SC 2. Oznaczenia podane w trzeciej kolumnie są odpowiednikami numerów używanych w ISO 4954:1979 (nowelizacja w 1993)

2) Składniki bez wartości wyszczególnionych w niniejszej tabeli nie powinny być celowo dodawane do stali bez uzgodnienia z odbiorcą, oprócz tych potrzebnych do końcowej obróbki cieplnej. W celu zapobieżenia dodawania złomu lub też innych materiałów używanych w produkcji, które mają wpływ na hartowność, własności mechaniczne oraz zastosowanie, powinny być użyte wszystkie dostępne środki.

3) Brak w ISO 4954

4) Najwyższa odporność na korozję międzykrystaliczną.