

Mechaniczne i fizyczne własności śrub

węług ISO 898, część 1

Własności mechaniczne śrub badanych w temperaturze pokojowej.

nu- mer	Mechaniczne i fizyczne własności	Klasa własności mechanicznych										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 d ≤ 16 mm ^a	d > 16 mm ^b	9.8 d ≤ 16 mm	10.9	12.9/ 12.9	
1	Wytrzymałość na rozciąganie, R _m , MPa, [N/mm ²]	nom. ^c	400	400	500	500	600	800	800	900	1000	1200
		min.	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
2	Dolna granica plastyczności, R _{eL} ^d , MPa, [N/mm ²]	nom. ^c	240	–	300	–	–	–	–	–	–	–
		min.	240	–	300	–	–	–	–	–	–	–
3	Naprężenie przy nieproporcjonalnym wydłużeniu 0,2% R _{p0,2} ^e , MPa, [N/mm ²]	nom. ^c	–	–	–	–	–	640	640	720	900	1080
		min.	–	–	–	–	–	640	660	720	940	1100
4	Naprężenie przy nieproporcjonalnym wydłużeniu 0,0048 dla całych elementów złącznych R _{p1} ^f , MPa, [N/mm ²]	nom. ^c	–	320	–	400	480	–	–	–	–	–
		min.	–	340 ^g	–	420 ^g	480 ^g	–	–	–	–	–
5	Naprężenie pod obciążeniem próbnym, S _p ^h , MPa, [N/mm ²]	nom.	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
		S _{p, nom} /R _{eL, min} lub	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
		S _{p, nom} /R _{p0,2, min} lub S _{p, nom} /R _{p1, min}										
6	Procentowe wydłużenie po zerwaniu dla wytoczonych próbek do badań, A, %	min.	22	–	20	–	–	12	12	10	9	8
7	Procentowe zmniejszenie powierzchni po zerwaniu dla wytoczonych próbek do badań, Z, %	min.	–	–	–	–	–	52	52	48	48	44
8	Wydłużenie po zerwaniu dla całych elementów złącznych, Af (patrz także ISO 898-1 Dodatek C)	min.	–	0,24	–	0,22	0,20	–	–	–	–	–
9	Twardość pod łbem		brak uszkodzeń									
10	Twardość Vickersa, HV F ≥ 98 N	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max.	220 ^g	220 ^g	220 ^g	220 ^g	250	320	335	360	380	435
11	Twardość Brinella, HBW F = 30 D ²	min.	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max.	209 ^g	209 ^g	209 ^g	209 ^g	238	304	318	342	361	414
12	Twardość Rockwella, HRB	min.	67	71	79	82	89	–	–	–	–	–
		max.	95,0 ^g	95,0 ^g	95,0 ^g	95,0 ^g	99,5	–	–	–	–	–
	Twardość Rockwella, HRC	min.	–	–	–	–	–	22	23	28	32	39
		max.	–	–	–	–	–	32	34	37	39	44
13	Twardość powierzchni, HV 0,3	max.	–	–	–	–	–	h	h	h	h,i	h,j
14	Minimalna wysokość nieodwęgłonej strefy gwintu E, mm	min.	–	–	–	–	–	1/2 H ₁	1/2 H ₁	1/2 H ₁	2/3 H ₁	3/4 H ₁
		max.	–	–	–	–	–	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
15	Twardość po powtórnym odpuszczaniu, HV	max.	–	–	–	–	–	20	20	20	20	20
16	Moment zrywający, M _B Nm	min.	–	–	–	–	–	zgodnie z normą ISO 898-7				
17	Udarność K _V ^{k,l} , J	min.	–	–	27	–	–	27	27	27	27	m
18	Stan powierzchni (jej integralność)		ISO 6157-1 ⁿ									ISO 6157-3

^a Wartości nie stosuje się do śrub do konstrukcji stalowych.

^b W przypadku śrub do konstrukcji stalowych d ≥ M12.

^c Wartości nominalne określone tylko dla celu systemu oznaczeń dla klas własności mechanicznych. Patrz – paragraf 5.

^d W przypadku, gdy niemożliwe jest określenie dolnej granicy plastyczności R_{eL}, dopuszczalny jest pomiar naprężenia przy nieproporcjonalnym wydłużeniu 0,2% R_{p0,2}.

^e W przypadku klas własności mechanicznych 4.8, 5.8 i 6.8 badane są wartości dla R_{pmin}. Bieżące wartości podano tylko dla obliczenia wskaźnika plastyczności. Nie są to wartości testowe.

^f Obciążenia próbne wyszczególniono w tabelach F.006.

^g Twardość mierzona na końcu elementu złącznego powinna wynosić maksymalnie 250 HV, 238 HB lub 99,5 HRB.

^h W przypadku gdy pomiary twardości powierzchni i trzpienia zostały wykonane przy HV 0,3, twardość powierzchni nie powinna być większa o więcej niż 30 jednostek Vickersa od zmierzonej twardości trzpienia elementu złącznego.

ⁱ Wzrost twardości przy powierzchni, który wskazuje, że twardość powierzchni przekracza 390 HV, jest niedopuszczalny.

^j Wzrost twardości przy powierzchni, który wskazuje, że twardość powierzchni przekracza 435 HV, jest niedopuszczalny.

^k Wartości określa się przy temperaturze testowej –20 °C.

^l Ma zastosowanie do d ≥ 16 mm.

^m Wartość dla KV jest badana.

ⁿ Zamiast ISO 6157-1 można zastosować ISO 6157-3 za zgodą wytwórcy i kupującego.


Minimalne siły zrywające obciążenia

według ISO 898, część 1

Minimalne siły zrywające – gwinty metryczne zwykłe ISO

Gwint ¹⁾ d	Powierzchnia czynnego przekroju poprzecznego gwintu trzpienia próbnego $A_{s, nom}$ [mm ²]	Minimalna siła zrywająca $F_{m, min}$ ($A_{s, nom} \times R_{m, min}$) [N]								
		Klasa własności mechanicznych								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M3	5,03	2010	2110	2510	2620	3020	4020	4530	5230	6140
M3,5	6,78	2710	2850	3390	3530	4070	5420	6100	7050	8270
M4	8,78	3510	3690	4390	4570	5270	7020	7900	9130	10700
M5	14,2	5680	5960	7100	7380	8520	11350	12800	14800	17300
M6	20,1	8040	8440	10000	10400	12100	16100	18100	20900	24500
M7	28,9	11600	12100	14400	15000	17300	23100	26000	30100	35300
M8	36,6	14600 ²⁾	15400	18300 ²⁾	19000	22000	29200 ²⁾	32900	38100 ²⁾	44600
M10	58,0	23200 ²⁾	24400	29000 ²⁾	30200	34800	46400 ²⁾	52200	60300 ²⁾	70800
M12	84,3	33700	35400	42200	43800	50600	67400 ³⁾	75900	87700	103000
M14	115	46000	48300	57500	59800	69000	92000 ³⁾	104000	120000	140000
M16	157	62800	65900	78500	81600	94000	125000 ³⁾	141000	163000	192000
M18	192	76800	80600	96000	99800	115000	159000	–	200000	234000
M20	245	98000	103000	122000	127000	147000	203000	–	255000	299000
M22	303	121000	127000	152000	158000	182000	252000	–	315000	370000
M24	353	141000	148000	176000	184000	212000	293000	–	367000	431000
M27	459	184000	193000	230000	239000	275000	381000	–	477000	560000
M30	561	224000	236000	280000	292000	337000	466000	–	583000	684000
M33	694	278000	292000	347000	361000	416000	576000	–	722000	847000
M36	817	327000	343000	408000	425000	490000	678000	–	850000	997000
M39	976	390000	410000	488000	508000	586000	810000	–	1020000	1200000

¹⁾ W przypadku gdy w oznaczeniu gwintu nie jest podana podziałka gwintu, oznacza to gwint zwykły.²⁾ W przypadku elementów złącznych o tolerancji gwintu 6az według ISO 965-4, podlegających cynkowaniu ogniowemu, stosować zmniejszone wartości według ISO 10684.³⁾ W przypadku śrub do konstrukcji stalowych stosować 70 000 (dla M12), 95 500 N (dla M14) lub 130 000 N (dla M16).

 Aby obliczyć nominalną powierzchnię przekroju $A_{s, nom}$
Sprawdź informacje na stronie F.046

Minimalne siły zrywające – gwinty metryczne drobnozwojne ISO

Gwint d x P	Powierzchnia czynnego przekroju poprzecznego gwintu trzpienia próbnego $A_{s, nom}$ [mm ²]	Minimalna siła zrywająca $F_{m, min}$ ($A_{s, nom} \times R_{m, min}$) [N]								
		Klasa własności mechanicznych								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M8x1	39,2	15700	16500	19600	20400	23500	31360	35300	40800	47800
M10x1	64,5	25800	27100	32300	33500	38700	51600	58100	67100	78700
M10x1,25	61,2	24500	25700	30600	31800	36700	49000	55100	63600	74700
M12x1,25	92,1	36800	38700	46100	47900	55300	73700	82900	95800	112000
M12x1,5	88,1	35200	37000	44100	45800	52900	70500	79300	91600	107000
M14x1,5	125	50000	52500	62500	65000	75000	100000	112000	130000	152000
M16x1,5	167	66800	70100	83500	86800	100000	134000	150000	174000	204000
M18x1,5	216	86400	90700	108000	112000	130000	179000	–	225000	264000
M20x1,5	272	109000	114000	136000	141000	163000	226000	–	283000	332000
M22x1,5	333	133000	140000	166000	173000	200000	276000	–	346000	406000
M24x2	384	154000	161000	192000	200000	230000	319000	–	399000	469000
M27x2	496	198000	208000	248000	258000	298000	412000	–	516000	605000
M30x2	621	248000	261000	310000	323000	373000	515000	–	646000	758000
M33x2	761	304000	320000	380000	396000	457000	632000	–	791000	928000
M36x3	865	346000	363000	432000	450000	519000	718000	–	900000	1055000
M39x3	1030	412000	433000	515000	536000	618000	855000	–	1070000	1260000

Obciążenia próbne dla śrub

według ISO 898, część 1

Obciążenia próbne – gwinty metryczne zwykłe ISO

Gwint ¹⁾ d	Powierzchnia czynnego przekroju poprzecznego gwintu trzpienia próbnego $A_{s, nom}$ [mm ²]	Obciążenie próbne $F_p (A_{s, nom} \times S_{p, nom}^{4)})$ [N]								
		Klasa własności mechanicznych								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M3	5,03	1130	1560	1410	1910	2210	2920	3270	4180	4880
M3,5	6,78	1530	2100	1900	2580	2980	3940	4410	5630	6580
M4	8,78	1980	2720	2460	3340	3860	5100	5710	7290	8520
M5	14,2	3200	4400	3980	5400	6250	8230	9230	11800	13800
M6	20,1	4520	6230	5630	7640	8840	11600	13100	16700	19500
M7	28,9	6500	8960	8090	11000	12700	16800	18800	24000	28000
M8	36,6	8240 ²⁾	11400	10200 ²⁾	13900	16100	21200 ²⁾	23800	30400 ²⁾	35500
M10	58,0	13000 ²⁾	18000	16200 ²⁾	22000	25500	33700 ²⁾	37700	48100 ²⁾	56300
M12	84,3	19000	26100	23600	32000	37100	48900 ³⁾	54800	70000	81800
M14	115	25900	35600	32200	43700	50600	66700 ³⁾	74800	95500	112000
M16	157	35300	48700	44000	59700	69100	91000 ³⁾	102000	130000	152000
M18	192	43200	59500	53800	73000	84500	115000	–	159000	186000
M20	245	55100	76000	68600	93100	108000	147000	–	203000	238000
M22	303	68200	93900	84800	115000	133000	182000	–	252000	294000
M24	353	79400	109000	98800	134000	155000	212000	–	293000	342000
M27	459	103000	142000	128000	174000	202000	275000	–	381000	445000
M30	561	126000	174000	157000	213000	247000	337000	–	466000	544000
M33	694	156000	215000	194000	264000	305000	416000	–	576000	673000
M36	817	184000	253000	229000	310000	359000	490000	–	678000	792000
M39	976	220000	303000	273000	371000	429000	586000	–	810000	947000

¹⁾ W przypadku gdy w oznaczeniu gwintu nie jest podana podziałka gwintu, oznacza to gwint zwykły.

²⁾ W przypadku elementów złącznych o tolerancji gwintu 6az według ISO 965-4, podlegających cynkowaniu ogniowemu, stosować zmniejszone wartości według ISO 10684.

³⁾ W przypadku śrub do konstrukcji stalowych stosować 70 000 (dla M12), 95 500 N (dla M14) lub 130 000 N (dla M16).

⁴⁾ Wartość dla nacisków pod obciążeniem próbnym $S_{p, nom}$ i ich relacji do nacisków w nieproporcjonalnym rozciągnięciu patrz strona F.004, Nr 5 w tabeli.

▶ Aby obliczyć nominalną powierzchnię przekroju $A_{s, nom}$
Sprawdź informacje na stronie F.046

Obciążenia próbne – gwinty metryczne drobnozwojne ISO

Gwint d x P	Powierzchnia czynnego przekroju poprzecznego gwintu trzpienia próbnego $A_{s, nom}$ [mm ²]	Obciążenie próbne $F_p (A_{s, nom} \times S_{p, nom}^{4)})$ [N]								
		Klasa własności mechanicznych								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
M8x1	39,2	8820	12200	11000	14900	17200	22700	25500	32500	38000
M10x1,25	61,2	13800	19000	17100	23300	26900	35500	39800	50800	59400
M10x1	64,5	14500	20000	18100	24500	28400	37400	41900	53500	62700
M12x1,25	92,1	20700	28600	25800	35000	40500	53400	59900	76400	89300
M12x1,5	88,1	19800	27300	24700	33500	38800	51100	57300	73100	85500
M14x1,5	125	28100	38800	35000	47500	55000	72500	81200	104000	121000
M16x1,5	167	37600	51800	46800	63500	73500	96900	109000	139000	162000
M18x1,5	216	48600	67000	60500	82100	95000	130000	–	179000	210000
M20x1,5	272	61200	84300	76200	103000	120000	163000	–	226000	264000
M22x1,5	333	74900	103000	93200	126000	146000	200000	–	276000	323000
M24x2	384	86400	119000	108000	146000	169000	230000	–	319000	372000
M27x2	496	112000	154000	139000	188000	218000	298000	–	412000	481000
M30x2	621	140000	192000	174000	236000	273000	373000	–	515000	602000
M33x2	761	171000	236000	213000	289000	335000	457000	–	632000	738000
M36x3	865	195000	268000	242000	329000	381000	519000	–	718000	839000
M39x3	1030	232000	319000	288000	391000	453000	618000	–	855000	999000

Materiały, obróbka cieplna, skład chemiczny

według ISO 898 , część 1

Stal

Klasy własności mechanicznych	Materiał i obróbka cieplna	Ograniczenia składu chemicznego (analiza kontrolna %) ¹⁾					Temperatura odpuszczania °C
		C		P	S	B ²⁾	
		min.	max.	max.	max.	max.	
4.6 ^{3), 4)} 4.8 ⁴⁾ 5.6 ³⁾ 5.8 ⁴⁾ 6.8 ⁴⁾	Stal węglowa lub stal węglowa z dodatkami	–	0,55	0,05	0,06	nieokreślona	–
		0,13	0,55	0,05	0,06		
		–	0,55	0,05	0,06		
		0,15	0,55	0,05	0,06		
8.8 ⁶⁾	Stal węglowa z dodatkami (np. B, Mn, lub Cr), hartowana lub Stal węglowa hartowana i odpuszczana lub Stal węglowa hartowana i odpuszczana ⁷⁾	0,15 ⁵⁾ 0,25 0,20	0,40 0,55 0,55	0,025 0,025 0,025	0,025 0,025 0,025	0,003	425
9.8 ⁶⁾	Stal węglowa z dodatkami (np. B, Mn, lub Mo), hartowana i odpuszczana lub Stal węglowa hartowana i odpuszczana lub Stal węglowa hartowana i odpuszczana ⁷⁾	0,15 ⁵⁾ 0,25 0,20	0,40 0,55 0,55	0,025 0,025 0,025	0,025 0,025 0,025	0,003	425
10.9 ⁶⁾	Stal węglowa z dodatkami (np. B, Mn, lub Mo), hartowana i odpuszczana lub Stal węglowa hartowana i odpuszczana lub Stal węglowa hartowana i odpuszczana ⁷⁾	0,20 ⁵⁾ 0,25 0,20	0,55 0,55 0,55	0,025 0,025 0,025	0,025 0,025 0,025	0,003	425
12.9 ^{6), 8), 9)}	Stal węglowa hartowana i odpuszczana ⁷⁾	0,30	0,50	0,025	0,025	0,003	425
12.9 ^{6), 8), 9)}	Stal węglowa z dodatkami (np. B, Mn, lub Mo), hartowana i odpuszczana	0,28	0,50	0,025	0,025	0,003	380

¹⁾ W przypadku sporu zastosowanie ma analiza wyrobu.

²⁾ Zawartość boru może osiągnąć 0,005 % pod warunkiem, że bor nieefektywny jest kontrolowany przez dodatek tytanu i/lub aluminium.

³⁾ W przypadku elementów złącznych kutyh na zimno o klasach własności 4.6 i 5.6, obróbka cieplna drutu stosowanego do kucia na zimno lub samego elementu złącznego kutego na zimno może być konieczna do osiągnięcia wymaganej ciągliwości.

⁴⁾ Stali automatowa jest dopuszczalna dla tych klas własności o następujących maksymalnych zawartościach siarki, fosforu i ołowiu: siarka 0,34 %; fosfor 0,11 %; ołów 0,35 %.

⁵⁾ W przypadku stali węglowej z dodatkiem boru o zawartości węgla poniżej 0,25 % (analiza kontrolna) minimalna zawartość manganu powinna wynosić 0,6 % dla klasy własności 8.8 i 0,7 % dla 9.8 i 10.9.

⁶⁾ W przypadku materiałów o tych klasach własności powinna występować odpowiednia hartowność w celu zapewnienia struktury składającej się z około 90 % martenzytu w trzpieniu sekcji gwintowanych dla elementów złącznych w stanie hartowania przed odpuszczaniem.

⁷⁾ Niniejsza stal stopowa powinna zawierać przynajmniej jeden z następujących składników minimalnej podanej ilości: chrom 0,3 %, nikiel 0,3 %, molibden 0,2 %, wanad 0,1 %. Tam, gdzie składniki są określone w połączeniach dwóch, trzech lub czterech i mają zawartość stopu mniejszą od podanej powyżej, wartość graniczna do zastosowania dla określenia klasy wynosi 70 % sumy poszczególnych wartości granicznych pokazanych powyżej dla dwóch, trzech lub czterech rozpatrywanych składników.

⁸⁾ Warstwa wzbogacona metalograficznie wykrywalnym fosforem białym jest niedopuszczalna dla klasy własności 12.9/12.9. Powinien być wykryty przez odpowiednią metodę badawczą.

⁹⁾ Zaleca się zachowanie ostrożności, rozważając zastosowanie klasy własności 12.9/12.9. Należy także uwzględnić możliwości wytwórcy elementów złącznych, warunki eksploatacji i metody skręcania. Środowiska mogą powodować korozję naprężeniową elementów złącznych, tak przetworzonych jaki i tych pokrytych powłoką.

Własności w podwyższonych temperaturach

według ISO 898, część 1

Wpływ podwyższonych temperatur na mechaniczne własności elementów złącznych

Podwyższone temperatury mogą powodować zmiany w mechanicznych własnościach i funkcjonalne osiągi elementu złącznego.

Przy temperaturach eksploatacyjnych do 150 °C nie są znane niekorzystne efekty ze względu na zmianę własności mechanicznych elementów złącznych. Przy temperaturach wyższych od 150 °C, aż do maksymalnej temperatury 300 °C, osiągi funkcjonalne elementów złącznych powinny zostać zapewnione przez staranne badanie.

Wraz ze wrastającymi temperaturami mogą wystąpić: progresywne – zmniejszenie dolnej granicy plastyczności lub naprężenia przy nieproporcjonalnym wydłużeniu 0,2% albo naprężenia przy nieproporcjonalnym wydłużeniu 0,0048 d dla gotowych elementów złącznych, oraz – zmniejszenie wytrzymałości na rozciąganie. Ciągła praca elementów złącznych przy podwyższonych temperaturach eksploatacyjnych może skutkować relaksacją naprężeń, która wzrasta wraz z wyższymi temperaturami. Relaksacji naprężeń towarzyszy utrata siły docisku.

Elementy złączne po przeróbce plastycznej na zimno (klasy własności 4.8, 5.8, 6.8) są bardziej wrażliwe pod względem relaksacji naprężeń w porównaniu z hartowanymi lub odprężonymi elementami złącznymi.

Należy zachować ostrożność w przypadku stosowania stali zawierających ołów do elementów złącznych przy podwyższonych temperaturach. W przypadku takich elementów złącznych należy uwzględnić ryzyko kruchości ciekłometalicznej (LME), gdy temperatura eksploatacyjna mieści się w zakresie punktu topnienia ołowiu.

Informacje znajdują się na przykład w EN 10269 i ASTM F2281.

Charakterystyka przy wyższym naprężeniu (jeżeli $\geq 1000 \text{ N/mm}^2$)

Wpływ wyższej klasy własności śruby w zakresie naprężenia mechanicznego i warunków środowiskowych.

Ryzyko kruchości wodorowej
Strona F.038

