

Orientacyjne wartości docisku granicznego dla różnych materiałów

Przy dokręcaniu śruby lub nakrętki nie wolno przekraczać granicznej wartości docisku na powierzchni oporowej, ponieważ złącze śrubowe może się poluzować zazwyczaj w wyniku zjawiska osiadania.

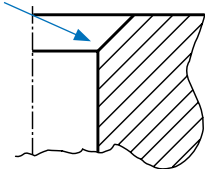
Według VDI 2230, wydanie 1986 ze sprawdzonymi wartościami docisku granicznego

Podane wartości obowiązują dla otworów niesfazowanych oraz przy wystarczająco dużych średnicach zewnętrznych części naprzężonych w temperaturze pokojowej.

Materiał części dociskanych	Wytrzymałość na rozciąganie		Docisk graniczny ⁴⁾
	R_m [N/mm ²]	P_G [N/mm ²]	
St 37	370	260	
St 50	500	420	
C 45	800	700	
42 CrMo 4	1000	850	
30 CrNiMo 8	1200	750	
X 5 CrNiMo 18 10	500 do 700	210	
X 10 CrNiMo 18 9	500 do 750	220	
Tytan, niestopowe	390 do 540	300	
GG 15	150	600	
GG 25	250	800	
GG 35	350	900	
GG 40	400	1100	
GGG 35,5	350	480	
DG MgAl 9	300	220	
GK MgAl 9	200	140	
AlZnMg Cu 0,5	450	370	

⁴⁾ Warunki brzegowe mające wpływ na docisk graniczny

Sfazowanie



Sfazowanie otworu (powierzchnia styku z elementem złącznym) w stalowych elementach konstrukcji powoduje zwiększenie dopuszczalnej wartości docisku nawet o 25% (działanie wspierające).

Wkrętarka elektryczna



Przy dociąganiu wkrętarką silnikową dopuszczalna wartość docisku granicznego może być mniejsza nawet o 25%!

Przy dociąganiu wkrętarką silnikową dopuszczalna wartość docisku granicznego może być mniejsza nawet o 25%!

Symbol materiału oznaczenie EN	Numer materiału	Wytrzymałość na rozciąganie $R_{m \min}$ [N/mm ²]	Ograniczenia docisku granicznego ^{a) 1)} ρ_G [N/mm ²]
S235 JRG1 (USt 37-2)	1.0036	340	490
E295 (St 50-2)	1.0050	470	710
S355 JO (St 52-3U)	1.0553	490	760
Cq 45	1.1192	700	770
34 CrMo 4	1.7720	900	1170
34 CrNiMo 6	1.6582	1100	1430
38 MnSi-VS 5-BY	1.5231	900	990
16 MnCr 5	1.7131	1000	1300
X4 CrNi 18 12	1.4303	500	630
X5 CrNiMo 17 12 2	1.4401	530	630
X6 NiCrTiMoVB 25-15-2	1.4980	960	1200
NiCr20TiAl	2.4952	1000	1000
GJL-250 (GG-25)	0.6020	250	850 ^{b)}
GJS-400 (GGG-40)	0.7040	400	600 ^{b)}
GJS-500 (GGG-50)	0.7050	500	750 ^{b)}
GJS-600 (GGG-60)	0.7060	600	900 ^{b)}
AlMgSi 1 F31 (AW-6082)	3.2315.62	290	360
AlMgSi 1 F28	3.2315.61	260	325
AlMg4.5Mn F27 (AW-5083)	3.3547.08	260	325
AlZnMgCu 1.5 (AW-7075)	3.4365.71	540	540
GK-AlSi9Cu3	3.2163.01	160	200
GD-AlSi9Cu3	3.2163.05	240	300
GK-AlSi7Mg wa	3.2371.62	250	310
GD-AZ 91	(3.5812)	240	280
TiAl6V4	3.7165.10	890	1340

a) Wartości liczbowe oznaczone *kursywą*: Jeszcze nie sprawdzono zgodnie z procedurą w [53] lub [64]. Rekomendacja dla stali przy zastosowaniu twardości według Brinella: $\rho_G \approx 3 \text{ HB}$

b) Według [64]

Adnotacja: Wszystkie wartości liczbowe są wartościami krótkotrwałymi w temperaturze pokojowej i należy je rozumieć jako wartości orientacyjne! W konkretnym przypadku może dochodzić do rozbieżności z powodu dużej liczby czynników oddziałujących (geometria, relaksacja itp.).
[Wartość w nawiasie] patrz bibliografia VDI 2230

1) Jeżeli wgniecie nie jest dopuszczalne, czyli gdy może zostać wyrównana tylko chropowatość powierzchni, docisk nie może w żadnym ze stanów roboczych prowadzić do przekroczenia granicy plastyczności przy ścisaniu. W tym przypadku zaleca się stosowanie maksymalnie 70% wartości referencyjnej z tabeli. Zostanie to wydrukowane w następnym wydaniu VDI 2230 w tabeli A9 wraz z innymi dodatkowymi informacjami.

Docisk

Wartości orientacyjne dla warunków powierzchniowych w polu powierzchni styku

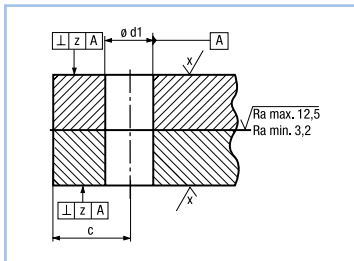
Tolerancja chropowatości, kształtu i położenia

Gwint	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Minimalna odległość od krawędzi c [mm]	6	7,5	9	12	15	18	24	30
maksymalne odchylenie od prostokątności z [mm]	0,04	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13	0,17	0,21
maksymalna chropowatość Ra x [µm]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3

Tabela porównawcza ewentualnych znaków, klas i wartości Rz dla chropowatości powierzchni według DIN 4768

(ISO 4288, Wymagania geometryczne wyrobów – Struktura geometryczna powierzchni – Zasady i procedury oceny struktury geometrycznej powierzchni)

Oznaczenie	Zakres pomiaru					Jednostki
maks. wartość Rz (≅ R _t)	40	25	25	16	10	µm
maks. wartość Ra	6,3	3,2	2	1,6	1,6	µm
Klasy chropowatości	N9	N8	N8	N7	N7	–
Stare znaki	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽▽	–



Docisk graniczny pod łbem śruby sześciokątnej

według DIN 931/933 (ISO 4014/4017) z gwintem zwykłym

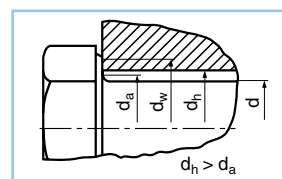
Nominalna średnica gwintu Ø	Wymiar pod klucz		Średnica odsadzenia	Otwór przelotowy (ISO 273) średni H13	Powierzchnia oporowa	Czynne pole przekroju porzecznego	Docisk pod łbem ¹⁾ [N/mm ²]		
	S _{max} [mm]	d _{w min} [mm]					Klasa własności		
d				d _n [mm]	A _p [mm ²]	A _{s nom} [mm ²]	8.8	10.9	12.9
M4	7	5,9		4,5	11,4	8,78	385	568	665
M5	8	6,9		5,5	13,6	14,2	528	777	909
M6	10	8,9		6,6	28	20,1	364	532	625
M8	13	11,6		9	42,1	36,6	442	649	761
M10	16 (ISO)	14,63		11	73,1	58	405	594	695
M10	17	15,6		11	96,1	58	308	452	529
M12	18 (ISO)	16,63		13,5	74,1	84,3	580	853	999
M12	19	17,4		13,5	94,6	84,3	454	668	782
M14	21 (ISO)	19,64		15,5	114,3	115	517	759	888
M14	22	20,5		15,5	141,4	115	418	613	718
M16	24	22,5		17,5	157,1	157	515	756	885
M18	27	25,3		20	188,6	192	541	769	901
M20	30	28,2		22	244,4	245	532	761	888
M22	32	30		24	254,5	303	637	908	1065
M22	34 (ISO)	31,71		24	337,3	303	480	685	803
M24	36	33,6		26	355,8	353	528	750	880
M27	41	38		30	427,3	459	576	821	960
M30	46	42,7		33	576,7	561	520	740	865

¹⁾ Podane w tabelach wartości docisków obowiązują przy 90%-wym wykorzystaniu granicy plastyczności śruby R_{p,0,2} oraz współczynnika tarcia µ_G = 0,12 (rekomendacja: VDI 2230, wydanie 2015)

$$A_{s \text{ nom}} = \pi/4 \cdot ((d_2 + d_3)/2)^2$$

$$d_2 = \text{podstawowa średnica podziałki gwintu zewnętrznego według ISO 724}$$

$$d_3 = \text{średnica mniejsza gwintu zewnętrznego}$$

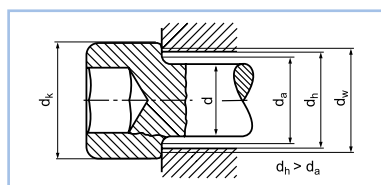


Docisk pod łbem śruby z łbem walcowym z gniazdem

według DIN 912 (ISO 4762/14759) i gwintem zwykłym

Nominalna średnica gwintu \varnothing	Średnica łba śruby \varnothing	Średnica osadzenia	Otwór przelotowy (ISO 273) średni H13	Powierzchnia oporowa	Czynne pole przekroju poręcznego	Docisk pod łbem ¹⁾ [N/mm ²]		
						d_K [mm]	$d_{w \min}$ [mm]	d_h [mm]
M4	7	6,53	4,5	17,6	8,78	250	370	432
M5	8,5	8,03	5,5	26,9	14,2	268	394	461
M6	10	9,38	6,6	34,9	20,1	292	427	502
M8	13	12,33	9	55,8	36,6	333	489	574
M10	16	15,33	11	89,5	58	331	485	567
M12	18	17,23	13,5	90	84,3	478	702	822
M14	21	20,17	15,5	130,8	115	452	663	776
M16	24	23,17	17,5	181,1	157	447	656	767
M18	27	25,87	20	211,5	192	482	686	804
M20	30	28,87	22	274,5	245	474	678	791
M22	33	31,81	24	342,3	303	473	675	792
M24	36	34,81	26	420,8	353	447	635	744
M27	40	38,61	30	464	459	530	756	884
M30	45	43,61	33	638,4	561	470	669	782

¹⁾ Podane w tabelach wartości docisków obowiązują przy 90%-wym wykorzystaniu granicy plastyczności śruby $R_{p,0.2}$ oraz współczynnika tarcia $\mu_0 = 0,12$ (rekomendacja: VDI 2230, wydanie 2015)



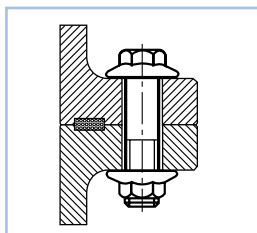
Docisk pod łbem śruby

Dla danego gatunku materiału elementu konstrukcyjnego nie można dokładnie zdefiniować dopuszczalnej wartości docisku. Decydującą rolę odgrywają bowiem wpływy takich czynników jak technologie wytwórcze, przebieg włókien w materiale, uszlachetnienie powierzchni i zmiany temperatury.

Docisk można zredukować poprzez:

- Zastosowanie śrub z kołnierzem i nakrętek z kołnierzem.
- Sfazowanie otworów. Badania praktyczne wykazały do 20% wzrost dopuszczalnej wartości docisku.
- Zastosowanie otworu przelotowego według ISO 273 – należy wybrać wariant dokładny.

Przykład zastosowania



Zalety śrub z kołnierzem i nakrętek z kołnierzem:

- mniejsze wartości skrócenia złącza w wyniku osiadania.
- montażowa siła docisku raczej pozostaje zachowana.
- elementy złączne z kołnierzem są bardziej racjonalne niż duże podkładki pod zwykłe śruby i nakrętki (mniej elementów w złączu i szybszy montaż).
- śruby z kołnierzem i nakrętki z kołnierzem pozwalają na zastosowanie otworów o większych i bardziej ekonomicznych tolerancjach.
- śruby z kołnierzem są bardziej odporne na wibracje od zwykłych śrub i nakrętek.

Docisk

Wskazówki dotyczące zastosowania podkładek płaskich pod śruby i nakrętki**według ISO 887**

Przeгляд właściwych kombinacji podkładek płaskich pod śruby i nakrętki przy uwzględnieniu klas własności mechanicznych (klas twardości).

Przy wyborze należy uwzględnić takie warunki brzegowe jak wytrzymałość elementu konstrukcyjnego, struktura powierzchni, technologie wytwórcze, przebieg włókien i temperatury robocze.

Śruby Klasa własności	Nakrętki Klasa własności	Stosowanie podkładek o zgodnej twardości dozwolone		
		Podkładki - przyporządkowana wytrzymałość na rozciąganie [N/mm ²] według ISO 18265		
		100 HV 320	200 HV 640	300 HV 965
		Docisk – orientacyjne wartości dopuszczalne [N/mm ²]		
		200–300	300–500	500–800
Śruby samoformujące, gwint utwardzony dyfuzyjnie		tak	tak	tak
Śruby i nakrętki ze stali nierdzewnych		–	tak	–
≤ 6.8	≤ 6	tak	tak	tak
8.8	8	nie	tak	tak
9.8	9	nie	nie	tak
10.9	10	nie	nie	tak
12.9	12	nie	nie	nie

Wskazówki dotyczące zastosowania podkładek płaskich pod śruby i nakrętki dla stali nierdzewnych austenitycznych**Zalecenie bez odniesienia do normy**

Śruby Klasa własności	Nakrętki Klasa własności	Stosowanie podkładek o zgodnej twardości dozwolone		
		Podkładki - przyporządkowana wytrzymałość na rozciąganie [N/mm ²] według ISO 18265		
		100 HV 320	140 HV 450	200 HV 640
A2-50 / A4-50		tak	tak	tak
	70	nie	tak	tak
	80	nie	nie	tak