

Śruby trapezowe pociągowe

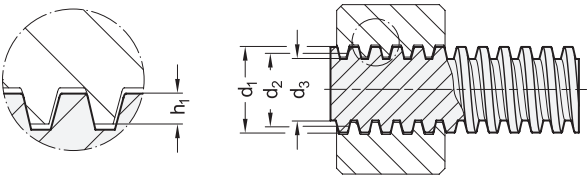
Dane techniczne

Opis techniczny

Ze względu na swój geometryczny kształt trapezowe śruby pociągowe są rekomendowane do stosowania w układach przenoszenia ruchu liniowego przy dużych siłach osiowych. Szerokie powierzchnie boczne gwintu mogą przenosić duże siły osiowe, podczas gdy duży skok gwintu powoduje duże przesunięcie liniowe przy stosunkowo niewielkiej liczbie obrotów.

Śruby pociągowe trapezowe GN 103 mają gwinty wytwarzane metodą walcowania. Walcowanie gwintów polega na nanoszeniu geometrii gwintu na surowiec za pomocą dwóch obracających się matryc. Dzięki umocnieniu przez zgniot, ciągtemu fazowaniu i polerowaniu powierzchni przez nacisk ciężkich płyt, śruby walcowane charakteryzują się wyższą wytrzymałością, lepszymi właściwościami ściernymi i lepszą odpornością na korozję w porównaniu do śrub obrabianych maszynowo poprzez skrawanie.

Wymiary gwintu



d x P Gwint jednokrotny	d1 x P Średnica nominalna	d2 Średnica podziałowa		d3 Średnica rdzenia śruby		h1 Wysokość zarysu gwintu
		min.	maks.	min.	maks.	
8 x 1.5	8	7.013	7.183	5.921	6.2	0.75
10 x 2	10	8.739	8.929	7.191	7.5	1
10 x 3	10	8.191	8.415	6.15	6.5	1.5
12 x 3	12	10.191	10.415	8.135	8.5	1.5
14 x 4	14	11.64	11.905	9.074	9.5	2
16 x 4	16	13.64	13.905	11.074	11.5	2
18 x 4	18	15.64	15.905	13.074	13.5	2
20 x 4	20	17.64	17.905	15.074	15.5	2
24 x 5	24	21.094	21.394	18.019	18.5	2.5
30 x 6	30	26.547	26.882	22.463	23	3
36 x 6	36	32.547	32.882	28.463	29	3
40 x 7	40	36.02	36.375	31.431	32	3.5
50 x 8	50	45.468	45.868	40.363	41	4

d x Ph Gwint wielokrotny	P _T Podziałka	d1 Średnica nominalna	d2 Średnica podziałowa		d3 Średnica rdzenia śruby		h1 Wysokość zarysu gwintu
			min.	maks.	min.	maks.	
12 x 6	P3	12	10.191	10.415	8.135	8.5	1.5
16 x 8	P4	16	13.640	13.905	11.074	11.5	2
20 x 8	P4	20	17.640	17.905	15.074	15.5	2
24 x 10	P5	24	21.094	21.394	18.019	18.5	2.5
30 x 12	P6	30	26.547	26.882	22.463	23.0	3
40 x 14	P7	40	36.020	36.375	31.431	32	3.5

Dokładność skoku

Dokładność skoku określa maksymalne dopuszczalne odchylenie między teoretyczną a rzeczywistą wartością przesuwu liniowego. W przypadku trapezowych śrub pociągowych maksymalne dopuszczalne odchylenie wynosi 0,1 mm / 300 mm przesuwu.

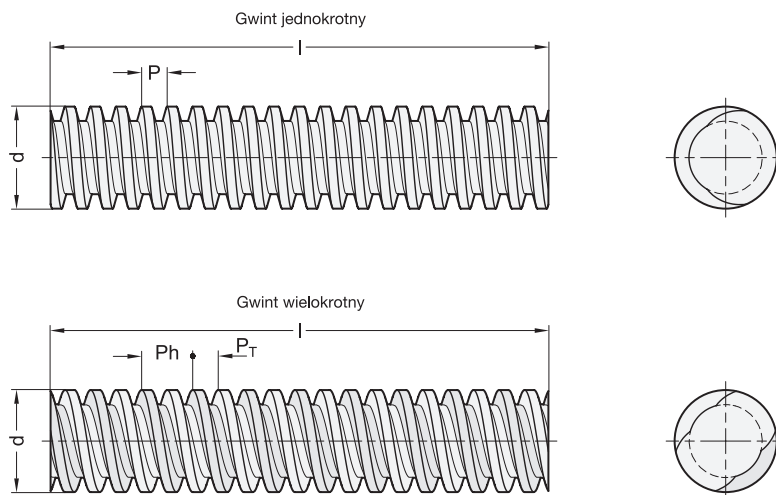
Dane techniczne

Prostoliniowość

Prostoliniowość trapezowych śrub pociągowych zależy w dużej mierze od metody produkcji, materiału i wymiarów. W przypadku śrub z gwintem walcowanym prostoliniowość wynosi zazwyczaj 0,3 mm / 300 mm długości.

W przypadku wyższych wymagań dotyczących prostoliniowości śruba może zostać dodatkowo wyprostowana po wyprodukowaniu.

Gwint wielokrotny



Śruby z gwintem wielokrotnym mają kilka niezależnych zwojów gwintu o takim samym profilu jak śruby z gwintem jednokrotnym. Poszczególne zwoje gwintu biegną równolegle względem siebie i mają ten sam skok. Skok jest oznaczony symbolem **Ph** i jest wielokrotnością podziałki **P**, która opisuje odległość między dwoma sąsiednimi zwojami gwintu.

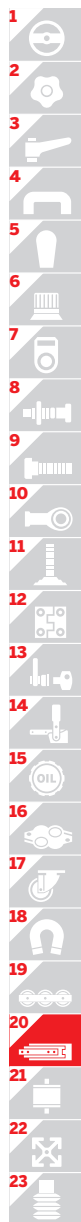
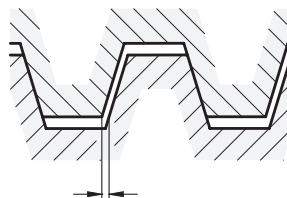
Skok Ph / podziałka P = krotność gwintu

Gwinty wielokrotne stosuje się, gdy jest wymagany większy przesuw regulacyjny na obrót lub nie jest wymagana samohamowność. Przy określonych wartościach posuwu i prędkości, gwinty wielokrotne pozwalają na zmniejszenie średnicy nominalnej wrzeciona.

Luz zwrotny

Luz między powierzchniami bocznymi gwintu śruby a nakrętką powoduje powstanie luzu podczas zmiany kierunku obrotów napędu. Luz ten musi zostać pokonany, zanim nakrętka współpracująca ze śrubą wykona ruch w przeciwnym kierunku.

Luz zwrotny przy zmianie kierunku obrotów zapobiega zakleszczeniu śruby i nakrętki. Wraz ze wzrostem średnicy nominalnej śruby zwiększa się również luz zwrotny, jak opisano w normie DIN 103.



Dane techniczne

Teoretyczna siła krytyczna wyboczeniowa

W przypadku śrub gwintowanych, przy zbyt dużym stosunku długości do średnicy istnieje ryzyko powstania wyboczenia pod wpływem działania siły osiowej ściskającej.

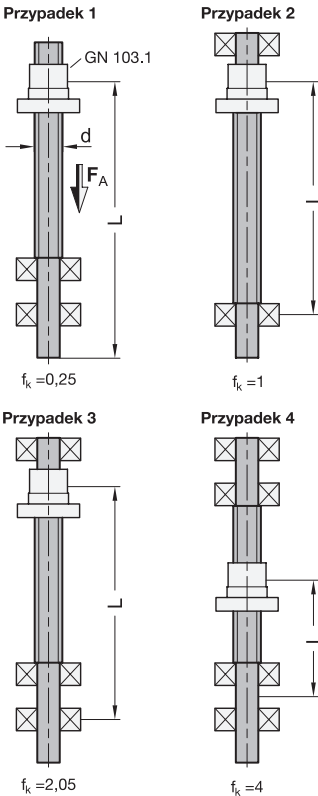
Wykorzystując poniższe przykłady obciążeń (wg Eulera) oraz wykres wyznaczania teoretycznej siły krytycznej wyboczeniowej, można wyznaczyć maksymalną dopuszczalną siłę osiową dla danego łożyskowania wrzeciona. W zależności od zastosowania powinny zostać uwzględnione odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa.

Maksymalna dopuszczalna siła osiowa

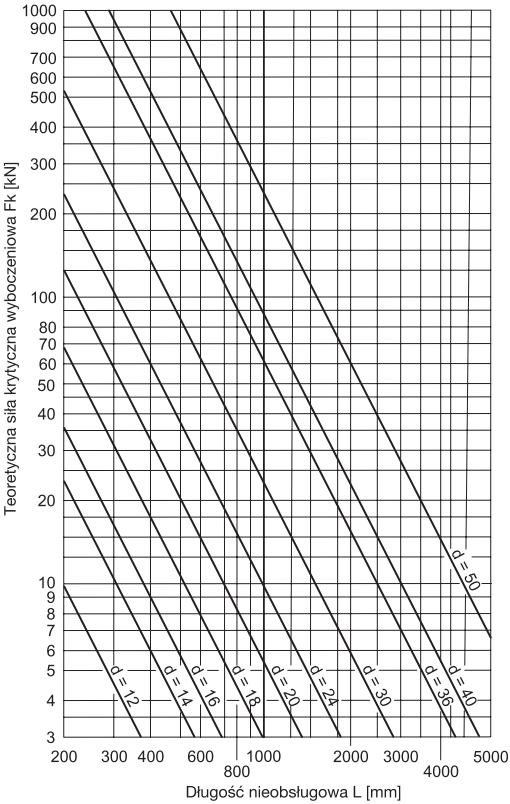
$$F_{A \text{ maks.}} = F_k \times f_k \times v$$

$F_{A \text{ maks.}}$	Maks. dopuszczalna siła osiowa [kN]
F_k	Teoretyczna krytyczna siła wyboczeniowa [kN]
f_k	Współczynnik korekcyi w przypadku obciążenia
v	Współczynnik bezpieczeństwa

Przypadki obciążeń (wg Eulera)



Wykres teoretycznej siły krytycznej wyboczeniowej



Teoretyczna krytyczna prędkość obrotowa

Ze względu na swoją geometrię wrzeciona gwintowane są narażone nie tylko na wyboczenie, ale także na zginanie i drgania rezonansowe. Również rezonansowe drgania zginające zwiększają ryzyko wyboczenia. Teoretyczna krytyczna prędkość obrotowa musi być zatem brana pod uwagę podobnie jak siła krytyczna wyboczeniowa.

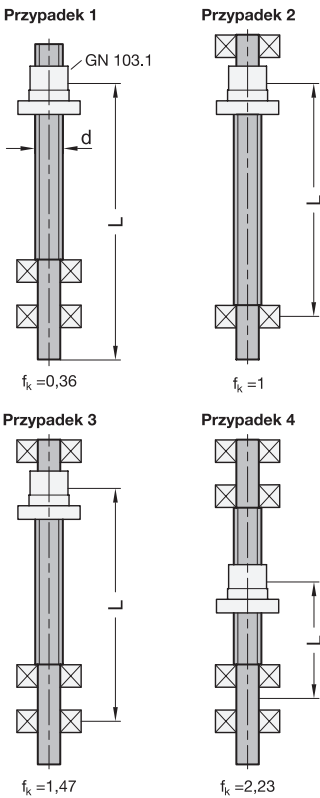
Poniższy wzór i wykres można wykorzystać do oszacowania krytycznej prędkości obrotowej, niezależnie od wyboczeniowej siły krytycznej i z uwzględnieniem odpowiedniego łozyskowania wrzeciona. W zależności od zastosowania powinny zostać uwzględnione odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa.

Maksymalna dopuszczalna prędkość obrotowa

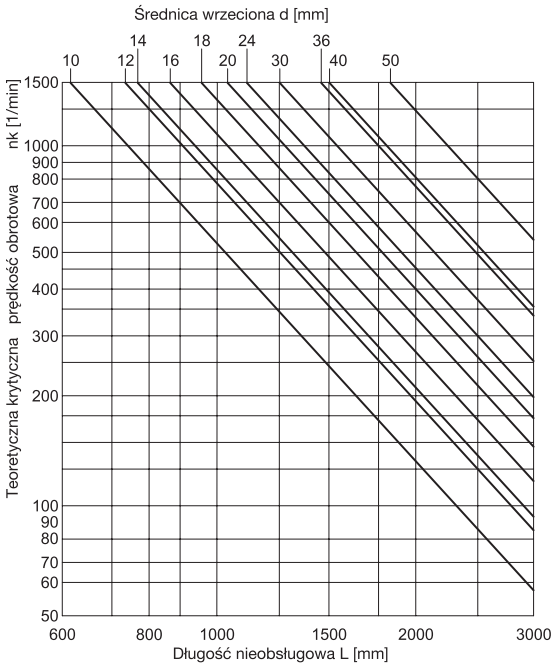
$$n_{maks} = n_k \times f_k \times v$$

n_{maks}	Maks. dopuszczalna prędkość obrotowa [rpm]
n_k	Teoretyczna krytyczna prędkość obrotowa [rpm]
f_k	Współczynnik korekcy w przypadku obciążenia
v	Współczynnik bezpieczeństwa

Przypadki obciążeń



Wykres teoretycznej krytycznej prędkości obrotowej



Dane techniczne

Nacisk na powierzchnię boczną

Obciążenie osiowe napędu wrzeciona wytwarza nacisk boczny pomiędzy pochylonymi powierzchniami styku gwintu wrzeciona i nakrętki. Ponieważ powierzchnie boczne gwintu ślizgają się po sobie podczas pracy, z upływem czasu ulegają one zużyciu. W celu zminimalizowania zużycia należy zadbać o odpowiednie smarowanie, a także o to, by nacisk na powierzchnię boczną gwintu nie przekraczał określonych dopuszczalnych wartości granicznych.

Nacisk na powierzchnię boczną gwintu można obliczyć w następujący sposób.

$$p = \frac{F_a \times P}{m \times d_2 \times \pi \times h_1 \times k}$$

p	Nacisk na powierzchnię boczną [N/mm²]
F _a	Siła osiowa [N]
P	kok / podziałka
m	Nośna długość nakrętki [mm]
d ₂	Średnica podziałowa gwintu [mm]
h ₁	Wysokość zarysu gwintu [mm]
k	Współczynnik gwintu (ogólnie = 0,75)

Ciepło tarcia

Wszystkie straty występujące podczas zmiany ruchu obrotowego na ruch liniowy powodują nagrzewanie napędu wrzeciona. Ciepło tarcia zależy bezpośrednio od nacisku na powierzchnię boczną gwintu, prędkości i czasu pracy. Aby zapobiec przegrzaniu, należy wziąć pod uwagę wszystkie czynniki zewnętrzne. Dotyczy to nie tylko prawidłowego nasmarowania, ale także na przykład temperatury otoczenia.

Żywotność

Żywotność trapezowych śrub pociągowych w danym zastosowaniu zależy od warunków otoczenia. Na żywotność wpływają takie czynniki, jak pozycja montażowa, przenoszone obciążenie, prędkość regulacji, częstotliwość ruchu i temperatura otoczenia.

Samohamowność

Jeśli pozorny kąt tarcia dla śruby z gwintem trapezowym jest większy niż kąt pochylenia linii śrubowej gwintu, to śruba jest samohamowna. Pozorny kąt tarcia zależy od zastosowanych materiałów, smarowania, chropowatości powierzchni i kąta zarysu gwintu.

Rozróżnia się również samohamowność statyczną i dynamiczną. W przypadku samohamowności statycznej nakrętka zaczyna się poruszać dopiero pod wpływem czynników zewnętrznych. W przypadku samohamowności dynamicznej poruszająca się nakrętka zatrzymuje się po odłączeniu napędu.

Teoretycznie wszystkie śruby z pojedynczym skokiem wykazują samohamowność statyczną, z wyjątkiem nakrętek z tworzywa sztucznego. W praktyce samohamowność często nie może być osiągnięta ze względu na chropowatość powierzchni, smarowanie i vibracje. W związku z tym ze względów bezpieczeństwa należy zawsze zapewnić dodatkową opcję blokowania.

Napędy śrub z wielokrotnym gwintem nigdy nie są samohamowne ze względu na duży skok.