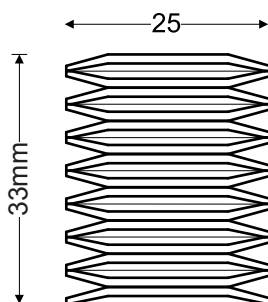


# SPRĘŻYNY TALERZOWE DIN 2093

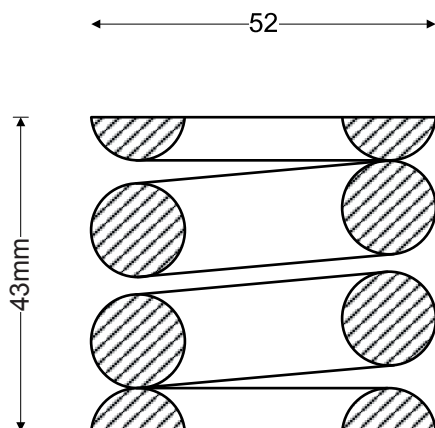
## 1. Zalety sprężyn talerzowych w stosunku do sprężyn śrubowych

- bardzo wysoka siła przy krótkim ruchu
- krótka odległość osiowa i duże obciążenie
- możliwość układania bezpośrednio jedna na drugiej dająca duży wybór rozwiązań sprężynowych
- niewielkie wymogi przestrzenne
- wysoka zdolność tłumienia
- dłuższa żywotność
- łatwe magazynowanie

Poniższy rysunek przedstawia dokładnie, jak sprężyny talerzowe przemiennie poukładane po sobie jako kolumna unoszą taki sam ciężar jak sprężyny śrubowe, jednakże mają znacznie zmniejszone wymogi przestrzenne. Kolumny sprężyn talerzowych lub pakiety mogą mieć zastosowanie dla ekstremalnie dużych ciężarów, gdzie sprężyny śrubowe absolutnie nie nadają się.



*Rysunek:*  
Waga kolumny 0.96 kg  
Objętość 16.190 mm<sup>3</sup>  
4200 N

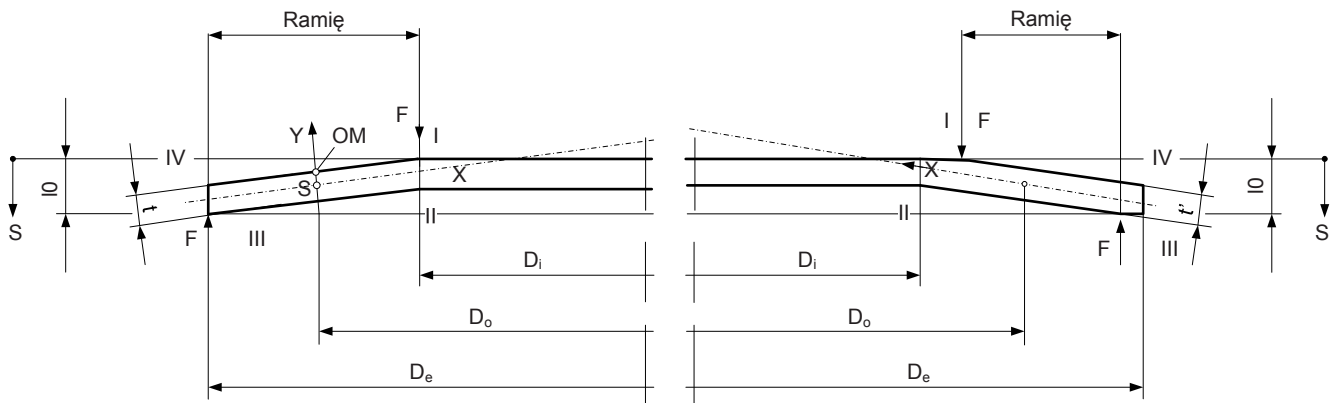


*Rysunek:*  
Waga sprężyny śrubowej 3 kg  
Objętość 91.273 mm<sup>3</sup>  
4200 N

## 2. Pomiar i obliczanie sprężyn talerzowych

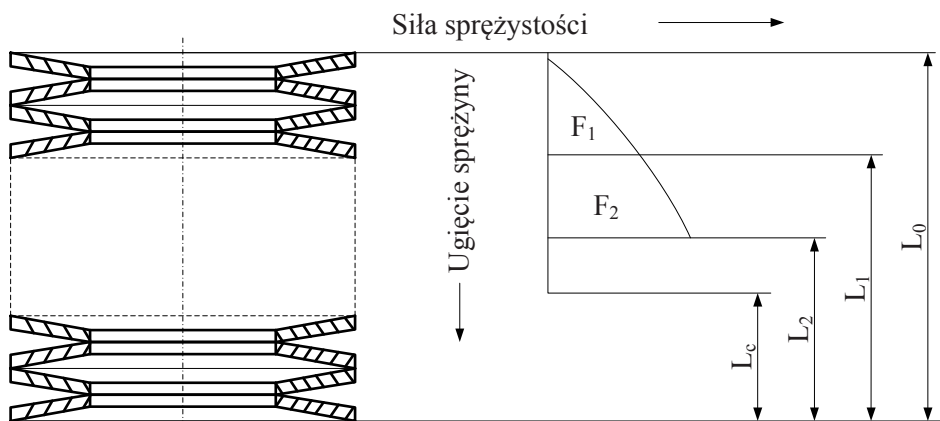
### 2.1 Wymiary i oznaczenia

Sprężyny talerzowe stożkowe



Sprężyna talerzowa stożkowa  
bez powierzchni styku

Sprężyna talerzowa stożkowa  
z powierzchnią styku



Przykład sprężyn talerzowych poukładanych w tym samym kierunku warstwami (kolumna sprężyny)

## 2. Pomiar i obliczanie sprężyn talerzowych

### 2.2 Symbole i jednostki

Symbol	Jednostka	Znaczenie
$D_e$	mm	Średnica zewnętrzna sprężyny
$D_i$	mm	Średnica wewnętrzna sprężyny
$D_o$	mm	Średnica podziałowa sprężyny
$E$	$N/mm^2$	Moduł sprężystości (wg DIN 2093)
$F$	N	Siła sprężystości pojedynczej sprężyny talerzowej (z lub bez powierzchni styku)
$F_1, F_2, F_3, \dots$	N	Siła sprężystości wg oznaczonych ugięć sprężyny $S_1, S_2, S_3$
$F_e$	N	Siła znamionowa sprężystości, jeśli sprężyna jest płaska
$F_{ges}$	N	Siła sprężystości sprężyny w pakiecie, wg ugięcia sprężyny $S_{ges}$
$F_{gesR}$	N	Siła sprężystości sprężyny w pakiecie z tolerancją tarcia
$\Delta F$	N	Relaksacja
$K_1, K_2, K_3, K_4$		Czynniki sprężynowania
$L_0$	mm	Długość sprężyn w pakiecie lub w kolumnie, w pozycji początkowej
$L_1, L_2, L_3, \dots$	mm	Długość sprężyn w pakiecie lub w kolumnie, wg siły sprężynowej $F_1, F_2, F_3$
$L_c$	mm	Długość znamionowa sprężyn w pakiecie lub kolumnie w płaskości
$N$		Liczba cykli obciążeniowych aż do złamania
$R$	$N/mm$	Sztywność sprężyny
$W$	$N/mm$	Zdolność sprężyny do poboru energii
$h_o$	mm	Wysokość początkowa stożka sprężyny bez powierzchni styku (równa długości sprężyny nieobciążona $l_o$ , minus $t$ )
$h'_o$	mm	Wysokość początkowa stożka sprężyny bez powierzchni styku (równa długości sprężyny nieobciążona $l_o$ , minus $t$ )
$i$		Liczba sprężyn talerzowych w kolumnie, pojedyncze i wielorakie
$l_o$	mm	Odkryta długość całkowita sprężyny w jej pozycji początkowej
$\Delta l$	mm	Pełzanie
$n$		Ilość pojedynczych sprężyn talerzowych w pakiecie
$s$	mm	Ugięcie sprężyny pojedynczej sprężyny talerzowej
$S_1, S_2, S_3$	mm	Ugięcia sprężyny wg siły sprężynowej oznaczonej jako $F_1, F_2, F_3$
$S_{ges}$	mm	Ugięcia sprężyny sprężyn w pakiecie lub kolumnie, bez uwzględniania tarcia. Zalecana wartość maks.: 0,75 ( $L_o - L_c$ )
$t$	mm	Grubość pojedynczych sprężyn talerzowych
$t'$	mm	Zmniejszona grubość pojedynczych sprężyn talerzowych z powierzchnią styku (grupa 3)
$W_M, W_R$		Współczynnik tarcia (porównaj tabela 2)
$\delta = \frac{D_e}{D_i}$		Stosunek średnicy zewnętrznej do wewnętrznej
$m$		Współczynnik Poissona
$\sigma$	$N/mm^2$	Dopuszczalne napięcie/naciągnięcia
$\sigma_{0M}, \sigma_I, \sigma_{II}, \sigma_{III}, \sigma_{IV}$	$N/mm^2$	Dopuszczalne napięcie na punktach 0M I, II, III i IV (patrz rys. 1)
$\sigma_o$	$N/mm^2$	Maks. dopuszczalne napięcie w sprężynach pod naprężeniem zmęczeniowym
$\sigma_u$	$N/mm^2$	Min. dopuszczalne napięcie w sprężynach pod naprężeniem zmęczeniowym
$\sigma_h$	$N/mm^2$	Średnie napięcie zmęczeniowe wg sprężynowania sprężyn pod naprężeniem zmęczeniowym
$\sigma_o$	$N/mm^2$	Maks. napięcie zmęczeniowe
$\sigma_u$	$N/mm^2$	Min. napięcie zmęczeniowe
$\sigma_H = \sigma_o - \sigma_u$	$N/mm^2$	Zakres napięcia/naciągnięcia

## 2.3 Wzory obliczeniowe dla pojedynczych sprężyn talerzowych

Szereg sprężyny	A	B	C
$\frac{t'}{t}$	0.94	0.94	0.96

### 2.3.1 Czynniki żądane/konieczne

$$(1) \quad \delta = \frac{D_e}{D_i}$$

$$(2) \quad K_1 = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\left(\frac{\delta-1}{\delta}\right)^2}{\frac{\delta+1}{\delta-1} - \frac{2}{\ln\delta}}$$

$$(3) \quad K_2 = \frac{6}{\pi} \cdot \frac{\frac{\delta-1}{\ln\delta} - 1}{\ln\delta}$$

$$(4) \quad K_3 = \frac{3}{\pi} \cdot \frac{\delta-1}{\ln\delta}$$

$$(5) \quad K_4 = \sqrt{-\frac{C_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{C_1}{2}\right)^2 + C_2}}$$

Przy tym obowiązują:

$$C_1 = \frac{\left(\frac{t'}{t}\right)^2}{\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{l_0}{t} - \frac{t'}{t} + \frac{3}{4}\right) \left(\frac{5}{8} \cdot \frac{l_0}{t} - \frac{t'}{t} + \frac{3}{8}\right)}$$

$$C_2 = \frac{C_1}{\left(\frac{t'}{t}\right)^3} \left[ \frac{5}{32} \left(\frac{l_0}{t} - 1\right)^2 + 1 \right]$$

W przypadku sprężyn bez powierzchni styku  $K_4$  jest równe jednostce.

W przypadku sprężyn z powierzchnią styku  $K_4$  musi zostać obliczone za pomocą równania (5) i we wszystkich kolejnych wzorach zastępuje się  $t'$  przez  $t$  i  $h'_0$  (tzn.  $l_0 - t'$ ) przez  $h_0$ .

### 2.3.2 Siła sprężystości

$$(6) \quad F = \frac{4E}{1-m^2} \cdot \frac{t^4}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot K_4^2 \cdot \frac{s}{t} \left[ K_4^2 \cdot \left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{t}\right) \left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{2t}\right) + 1 \right]$$

$$(7) \quad F_c = F(s = h_0) = \frac{4E}{1-m^2} \cdot \frac{t^3 \cdot h_0}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot K_4^2$$

### 2.3.3 Napięcia znamionowe

$$(8) \quad \sigma_{0M} = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D^2} \cdot K_4 \cdot \frac{s}{t} \cdot \frac{3}{\pi}$$

$$(9) \quad \sigma_I = -\frac{4E}{1-m^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot K_4 \cdot \frac{s}{t} \left[ K_4 \cdot K_2 \left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{2t}\right) + K_3 \right]$$

$$(10) \quad \sigma_{II} = -\frac{4E}{1-m^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot K_4 \cdot \frac{s}{t} \left[ K_4 \cdot K_2 \left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{2t}\right) + K_3 \right]$$

$$(11) \quad \sigma_{III} = -\frac{4E}{1-m^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot K_4 \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{s}{t} \left[ K_4 \cdot (K_2 - 2K_3) \left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{2t}\right) - K_3 \right]$$

$$(12) \quad \sigma_{IV} = -\frac{4E}{1-m^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot K_4 \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{s}{t} \left[ K_4 \cdot (K_2 - 2K_3) \left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{2t}\right) - K_3 \right]$$

Napięcia wynikające z równań (9) do (12) są napięciami ściskającymi, jeśli wynik w nawiasach kwadratowych jest dodatni. Jeśli wynik w nawiasach kwadratowych jest minusowy, wynik oznacza naprężenie rozciągające.

### 2.3.4 Współczynnik sprężystości

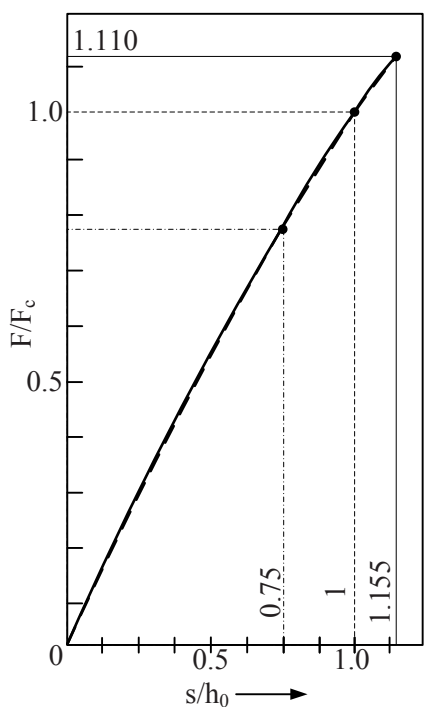
$$(13) \quad R = \frac{dF}{ds} = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t^3}{K_1 D_e^2} \cdot K_4^2 \cdot [K_4^2 \left\{ \left( \frac{h_0}{t} \right)^2 - 3 \cdot \frac{h_0}{t} \cdot \frac{s}{t} + \frac{3}{2} \left( \frac{s}{t} \right)^2 \right\} + 1]$$

### 2.3.5 Zdolność pobierania energii sprężyn

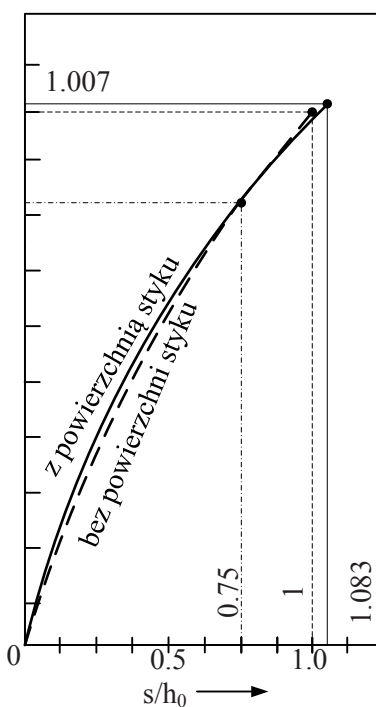
$$(14) \quad w = \int_0^s F \cdot ds = \frac{2E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t^5}{1-\mu^2} \cdot K_4^2 \cdot \left( \frac{s}{t} \right)^2 [K_4^2 \cdot \left( \frac{h_0}{t} - \frac{s}{2t} \right)^2 + 1]$$

W przypadku stali szlachetnej gdzie E jest równe 206 000 N/mm<sup>2</sup> i  $\mu$  0,3 (DIN 2093),  $\frac{4E}{1-\mu^2}$  przyjmuje się, że wyrażenie jest równe 905 495 N/mm<sup>2</sup>.

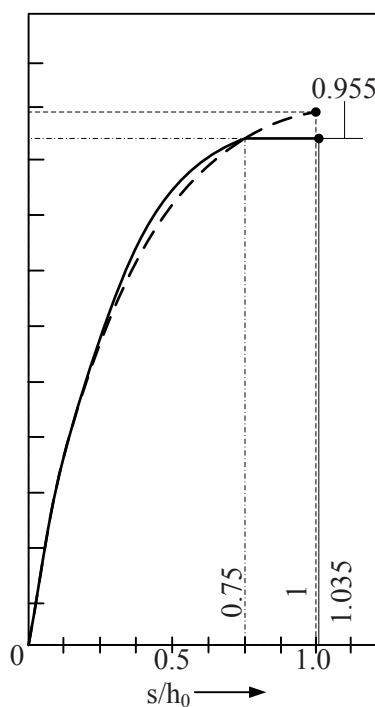
szereg sprężyny A



szereg sprężyny B



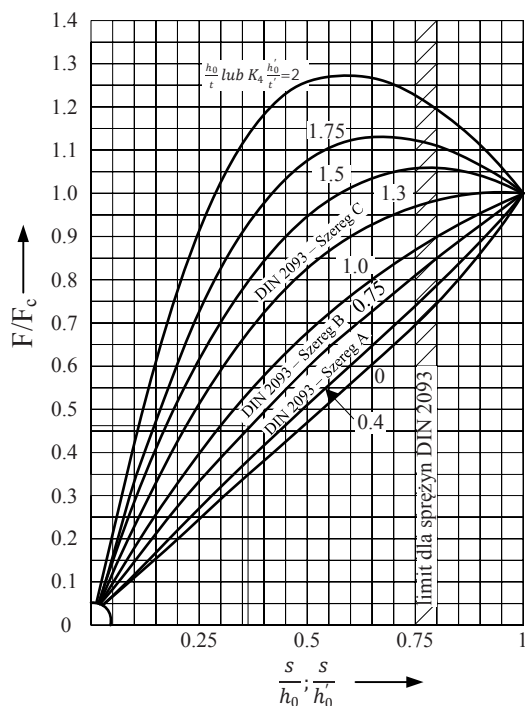
szereg sprężyny C



Krzywe obciążeniowe i sprężystości dla sprężyn z lub bez powierzchni styku (w powyższych rysunkach  $F_c$  odnosi się do sprężyn bez powierzchni styku).

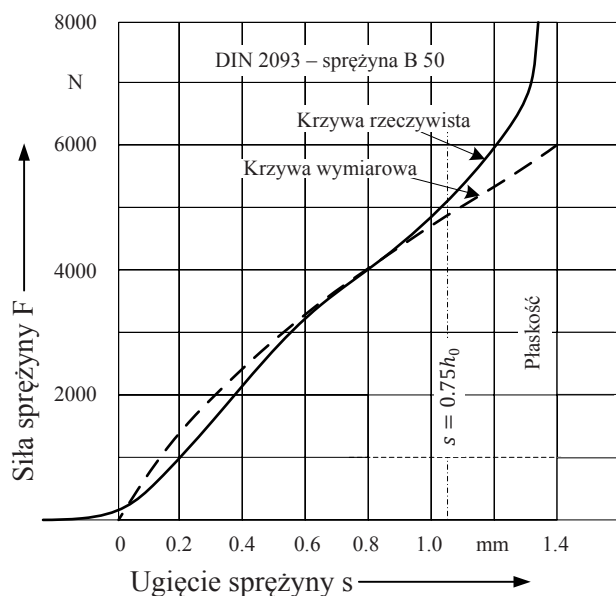
## 2.4 Krzywa obciążenia / ugięcia sprężyny dla pojedynczych sprężyn talerzowych

Krzywa obciążenia / ugięcia sprężyny dla pojedynczych sprężyn talerzowych nie jest linearna, jej kształt jest bardziej funkcją stosunku  $h_0/t$ . Kolejny schemat pokazuje krzywe obciążenia / ugięcia sprężyny jako funkcję stosunku  $h_0/t$  lub  $K_4 \frac{h_0'}{t'}$



Krzywe obciążenia / ugięcia sprężyny dla różnych stosunków -  $h_0/t$

Patrz równanie (7) w celu określenia siły znamionowej sprężystości w płaszczyźnie  $F_c$



Krzywe pomiarowe i rzeczywiste obciążenia/ugięcia sprężyny dla stożkowych sprężyn talerzowych.

Jeśli  $slh_0$  przekroczy wartość 0,75 krzywa pomiarowa odchyła się bardziej i bardziej od krzywej rzeczywistej, ponieważ sprężyny talerzowe znajdują się w kontakcie ze sobą lub z płytą styku. To znowu prowadzi do równomiernego zredukowania długości ramion (patrz rysunek).

Jeśli krzywa została ustalona za pomocą pomiaru to odniesienie do nieobciążonej długości sprężyny  $l_0$  lub długości pakietu musi nastąpić w jego pozycji wyjściowej.

## 2.5 Kombinacje sprężyn talerzowych

### 2.5.1 Sprężyny talerzowe pojedyncze w tym samym kierunku nawarstwione (pakiet sprężyn)

Przykład talerza pojedynczego w pakiecie sprężyn znajdują Państwo na kolejnym rysunku.



W tym samym kierunku nawarstwione sprężyny talerzowe (pakiet sprężyn)

Przy  $n$  w tym samym kierunku nawarstwionych sprężynach talerzowych nie uwzględniono tarcia.

$$(15) \quad F_{ges} = n \cdot F$$

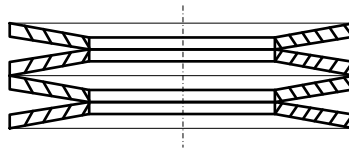
$$(16) \quad S_{ges} = s$$

$$(17) \quad L_0 = l_0 + (n - 1)t$$

### 2.5.2 Na przemian na sobie poukładane sprężyny talerzowe (kolumna sprężyn)

Kolumny sprężyn mogą składać się z pojedynczych sprężyn talerzowych lub ze sprężyn talerzowych wielokrotnych nawarstwionych parami.

#### 2.5.2.1 Pojedyncze sprężyny talerzowe poukładane w odwrotnych kierunkach.



Pojedyncze sprężyny talerzowe poukładane w odwrotnych kierunkach.

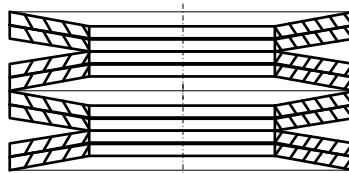
Bez uwzględnienia tarcia i z  $i$  pojedynczymi sprężynami talerzowymi poukładanymi w odwrotnych kierunkach.

$$(18) \quad F_{ges} = F$$

$$(19) \quad S_{ges} = i \cdot s$$

$$(20) \quad L_0 = i \cdot l_0$$

#### 2.5.2.2 Pary sprężyn talerzowych poukładane w odwrotnych kierunkach.



Pary sprężyn talerzowych poukładane w odwrotnych kierunkach

Bez uwzględnienia tarcia i z  $i$  elementami, które składają się z  $n$  pojedynczych sprężyn talerzowych poukładanych w odwrotnych kierunkach.

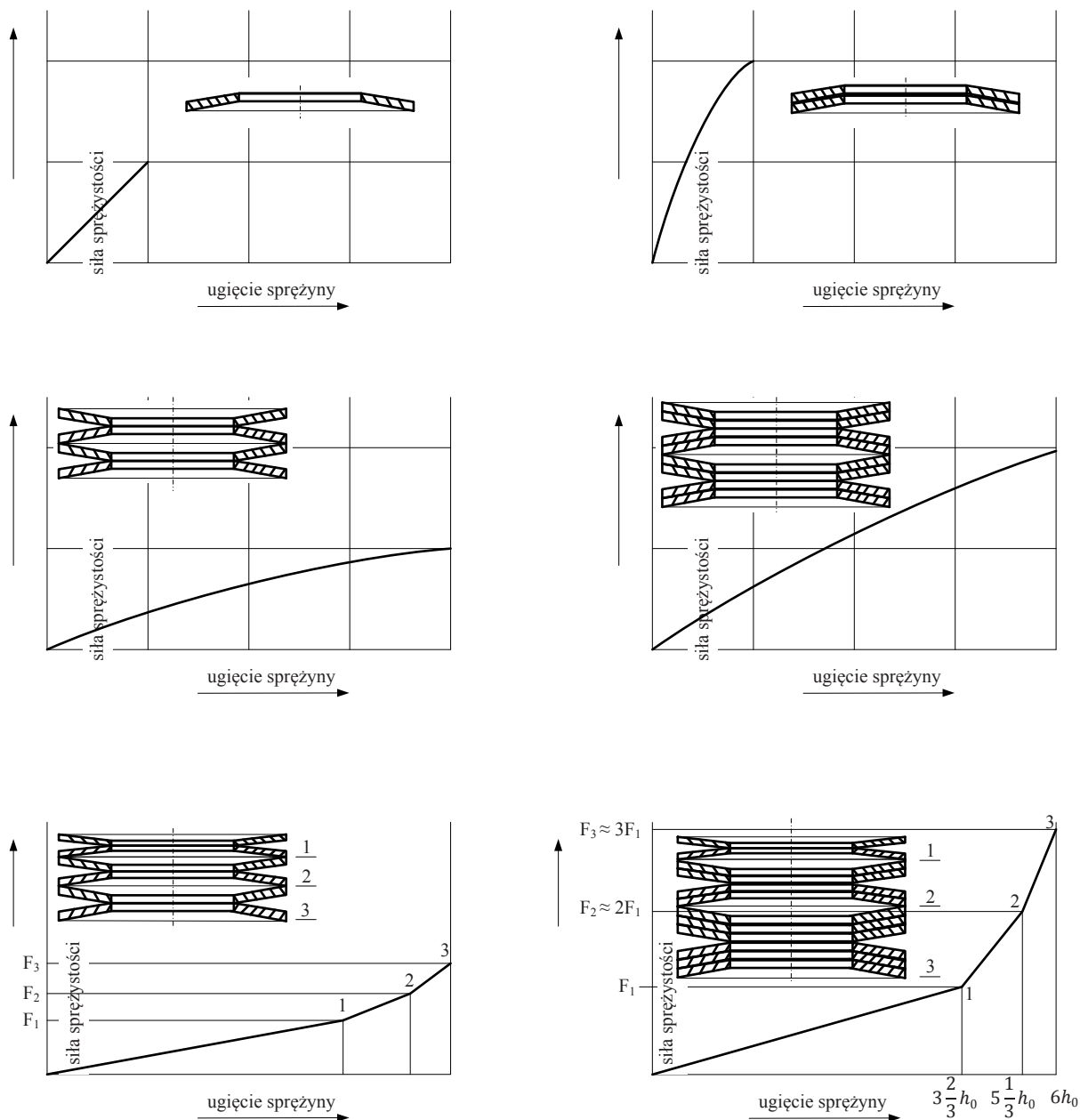
$$(15) \quad F_{ges} = n \cdot F$$

$$(19) \quad S_{ges} = i \cdot s$$

$$(21) \quad L_0 = i[l_0 + (n - 1)t]$$

W przypadku sprężyn z powierzchnią styku  $t'$  musi zostać zastąpione  $t$ .

### 2.5.1.2.3 Opcje wykonania sprężyn talerzowych jako pakiet lub kolumna (wg DIN 2092)



Odchylenia na krzywych obciążenia i ugięcia sprężyny jako funkcja wykonania sprężyny. (sprężyny talerzowe jako kolumna lub pakiet lub pojedynczo lub wielokrotnie na przemian na sobie nawarstwionych z użyciem pojedynczych sprężyn talerzowych lub elementów o różnej grubości)



## 2.6 Rodzaje naprężeń

Ponieważ ze względu na zastosowany proces produkcyjny w sprężynach występują napiecia resztkowe, wyniki uzyskane z porównań (8) i (12) nie odzwierciedlają rzeczywistych wartości lecz wyłącznie wartości znamionowe. Tak więc te wartości znamionowe reprezentują wszystkie informacje, które odnoszą się do napiecia w niniejszej normie i w tabelach 2 i 4 DIN 2093.

### 2.6.1 Naprężenie spoczynkowe oraz rzadko naprężenie zmienne

Sprężyny znajdują się w naprężeniu spoczynkowym, jeśli są naprężane tylko statycznie i nie zmieniając obciążenia. Ulegają one umiarkowanym warunkom zmęczeniowym, jeśli wprowadzie zmieni się ciężar ale pojawiają się okazjonalnie w dużych odstępach czasu i mniej niż  $10^4$  cyklach obciążeniowych podczas eksploatacji.

Oszacowanie dopuszczalnej otwartej długości całkowitej sprężyn może odpowiadać ustaleniu dopuszczalnego napiecia  $\sigma_{OM}$ , które odpowiada mniej więcej wytrzymałości na ściskanie  $R_e$  zastosowanego materiału (tzn. 1400 do 1600 N/mm<sup>2</sup>) jeśli sprężyna znajduje się w pozycji wyjścia.

### 2.6.2 Naprężenie drganiowe

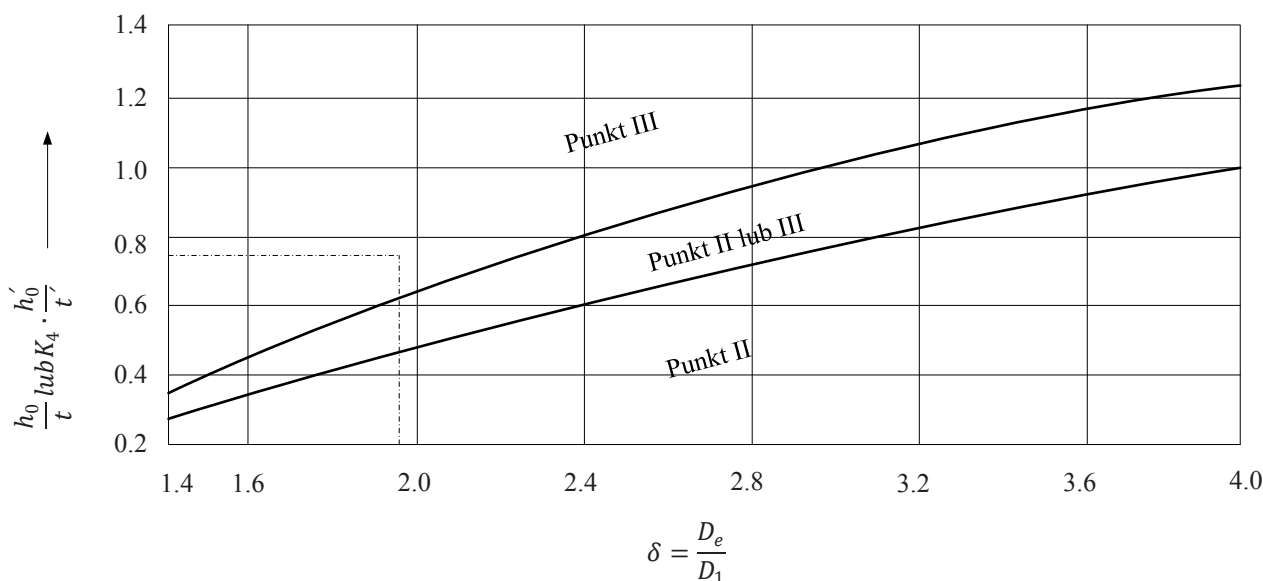
Sprężyny są pod naprężeniem drganiowym, jeśli zaistnieją stałe drgania pomiędzy początkowym ugięciem sprężyny  $s_1$  a ostatecznym ugięciem sprężyny  $s_2$ . Sprężyny, które są pod naprężeniem drganiowym (DIN 50100) oraz ich żywotność – jako funkcja średniego napiecia drganiowego  $\sigma_h$  – można podzielić na dwie grupy:

a) Sprężyny talerzowe o dużej żywotności. Te sprężyny talerzowe powinny bez złamania wytrzymać co najmniej  $2 \cdot 10^6$  cykli obciążeniowych i więcej. Oczekuje się, że sprężyny powinny wytrzymać o wiele więcej cykli obciążeniowych, należy zapytać producenta lub przeprowadzić dalsze testy wytrzymałości.

b) Sprężyny talerzowe o ograniczonej żywotności. Te sprężyny talerzowe powinny wytrzymać co najmniej  $10^4$ , ale nie mniej niż  $2 \cdot 10^6$  cykli obciążeniowych.

Najważniejszym parametrem dla sprężyn pod naprężeniem drganiowym jest naprężenie rozciągające na stronie spodniej pojedynczej sprężyny talerzowej. Punktem najbardziej narażonym na naprężenie drganiowe jest dolna wewnętrzna krawędź, punkt II lub dolna zewnętrzna krawędź, punkt III (rysunek poniżej) zależnie od warunków  $D_e/D_i$ ,  $h_o/t$  i  $s/h_o$ .

Zostało to przedstawione na rysunku 15 i odnosi się do sprężyn talerzowych z lub bez powierzchni styku.



Znaczące punkty obciążenia dla sprężyn talerzowych po wpływie napiecia drganiowego

### 3. Wymiarowanie, tolerancja, proces produkcyjny

#### 3.1 Tolerancja

##### 3.1.1 Tolerancja przy średnicy

Dla wszystkich sprężyn obowiązuje klasa tolerancji H12 dla średnicy zewnętrznej  $D_e$ .

Tolerancja współosiowości dla średnicy zewnętrznej, gdzie  $D_e$  nie przekracza wartości 50, brzmi  $2 \cdot IT11$  lub, jeśli  $D_e$  przekracza wartość 50, brzmi  $2 \cdot IT12$ .

Klasa tolerancji H12 dotyczy średnicy wewnętrznej  $D_i$

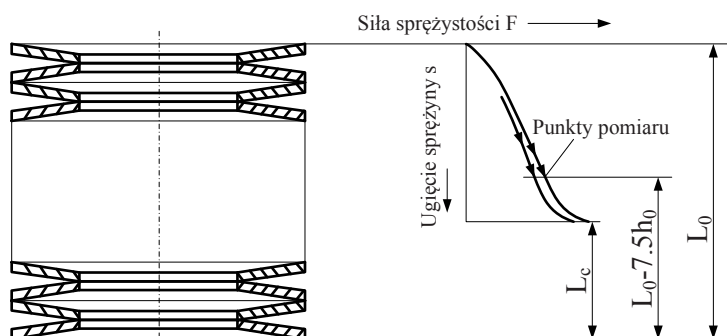
##### 3.1.2 Tolerancja przy średnicy

Grupa	t lub t' (mm)	Odchylenia tolerancyjne
1	od 0,2 do 0,6	+0.02
		-0.06
	powyżej 0,6 do poniżej 1,25	+0.03
		-0.09
2	od 1,25 do 3,8	+0.04
		-0.12
	powyżej 3,8 do 6,0	+0.05
		-0.15
3	powyżej 6,0 do 14,0	$\pm 0.10$

W przypadku grupy 3-sprężynowej obowiązują podane granice odchylenia dla zredukowanej grubości  $t'$ .

##### 3.1.3 Tolerancja przy wolnej/otwartej długości całkowitej, $L_0$

Grupa	t	Odchylenia tolerancyjne
1	poniżej 1,25	+0.10
		-0.05
2	od 1,25 do 2,0	+0.15
		-0.08
	powyżej 2,0 do 3,0	+0.20
		-0.10
	powyżej 3,0 do 6,0	+0.30
		-0.15
3	powyżej 6,0 do 14,0	+0.30
		-0.30



Punkty pomiaru dla krzywych obciążeniowych i odciążeniowych.

### 3.1.4 Tolerancja przy sile sprężystości

#### Pojedyncze sprężyny talerzowe

Napężenie sprężyny w spoczynku,  $F$  sprężyny talerzowej w pozycji wyjściowej ( $L_o - s$ ) powinna być określona dla sprężyny w stanie obciążeniowym z użyciem odpowiedniego smaru. Płaskie płyty pomiędzy którymi sprężyna talerzowa ma być ściśnięta muszą być utwardzone, wyszlifowane i polerowane. W normalnych okolicznościach obowiązują wartości podane w tabeli.

Grupa	t (mm)	Wartości graniczne odchyłeń dla $F$ , przy $l_o - 0,75 h_o$ jako wartość procentowa
1	poniżej 1,25	+25
		-7.5
2	od 1,25 do 3,0	+15
		-7.5
	powyżej 3,0 do 6,0	+10
		-5
3	powyżej 6,0 do 14,0	±5

W celu zachowania podanej tolerancji może być konieczne przekroczenie wartości tolerancyjnych podanych dla  $l_o$ .

O ile nic innego nie zostało zaakceptowane, napężenie spoczynkowe  $F$  pojedynczej sprężyny talerzowej zostanie testowane przy ugięciu sprężyny  $S = 0,75 h_o$ .

#### Sprężyny talerzowe wielowarstwowe (kolumna sprężynowa)

Przy ( $l_o - 7,5 h_o$ ) siła sprężystości określonej dla krzywej odciążającej musi wynosić co najmniej minimalny stopień procentowy, który jest podany w poniższej tabeli siły sprężystości dla krzywej obciążenia.

Grupa	Minimalna siła sprężystości (odciążona) jako stopień procentowy dla kolumny sprężynowej		
	A	B	C
1	90		85
2	92.5		87.5
3	95		90

### 3.4 Obciążenia w sprężynach pod wpływem naprężenia drganiowego

#### 3.4.1 Minimalne ugięcie sprężyny naprężenia wstępnego w celu uniknięcia pęknięć

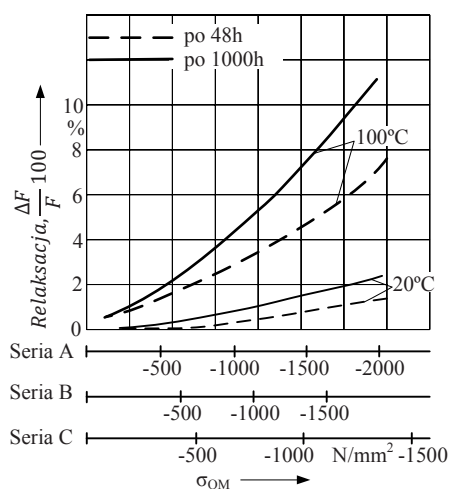
Sprężyny talerzowe pod wpływem naprężenia drganiowego muszą być tak rozłożone i zamontowane, aby ugięcie sprężyny naprężonej wstępnie  $S_1$  wynosiło ok.  $0,15 h_0$  do  $0,20 h_0$ , aby uniknąć pęknięć na górnej krawędzi (punkt I; rysunek 4.1) z powodu naprężenia własnego w wyniku procesu rozprężenia.

#### 3.4.2 Obciążenia

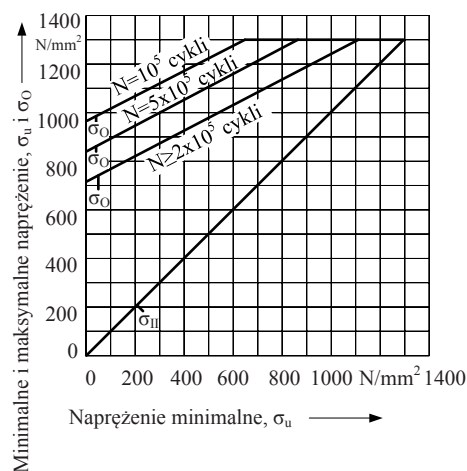
Kolejne rysunki przedstawiają żywotność stożkowych sprężyn talerzowych pod wpływem naprężenia drganiowego, które nie zostały piaskowane. Podają one wartości standardowe dla zakresu obciążenia  $\sigma_H$  jako funkcja obciążenia minimalnego  $\sigma_U$  przy trzech różnych cyklach obciążeniowych,  $N$ , przy których  $N$  jest mniejsze lub równe  $2 \cdot 10^6$ , równe  $10^5$  lub równe  $5 \cdot 10^5$ . Wartości pośrednie dla innych powtórzeń cykli obciążeniowych mogą zostać oszacowane na podstawie niniejszych informacji.

$D_i$ lub $D_e$	Cykl przybliżony
do 16	0.2
ponad 16 do 20	0.3
ponad 20 do 26	0.4
ponad 26 do 31	0.5
ponad 31,5 do 50	0.6
ponad 50 do 80	0.8
ponad 80 do 140	1.0
ponad 140 do 250	1.6

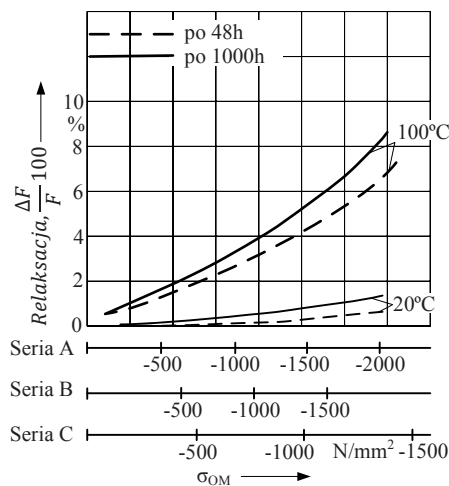
#### Dopuszczalne naprężenie



Obraz dopuszczalnej relaksacji dla sprężyn ze stali Ck

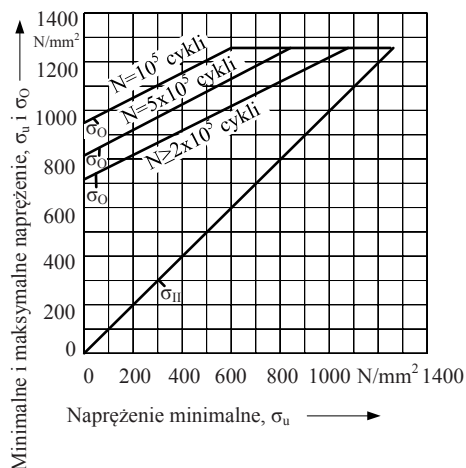


Obraz graficzny żywotności sprężyn talerzowych o  $t$  mniejszym niż 1,25mm



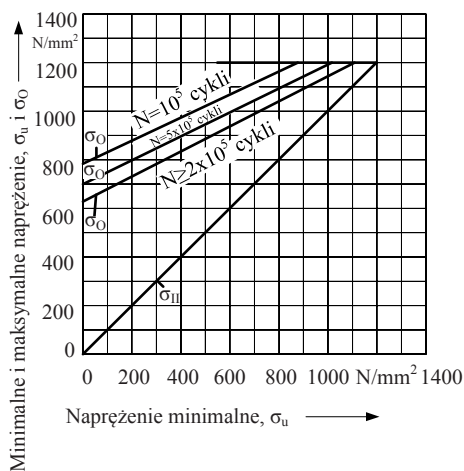
Obraz dopuszczalnej relaksacji dla sprężyn z wysokostopowej stali chromowej lub z chromowo-wanadowego stopu stali zgodnie z DIN 17221 i DIN 17222

Jeśli temperatura eksploatacji przekracza 100°C należy zasięgnąć informacji u producenta.



Obraz graficzny żywotności sprężyn talerzowych o  $6 \text{ mm} < t < 14 \text{ mm}$

Należy wymienić, że w praktyce cykle obciążeniowe ogólnie nie posiadają kształtu sinusoidalnego. Kiedy na sprężyny działają dodatkowe rodzaje naprężenia (np. nagle drganiowe naprężenie lub naprężenie z powodu rezonansu), można wtedy wnioskować, że żywotność sprężyn może zostać skrócona. Jeśli taki przypadek ma miejsce, należy liczby podane na rysunkach przeliczyć za pomocą odpowiednich czynników bezpieczeństwa. W razie konieczności należy zapytać producenta.



Obraz graficzny żywotności sprężyn talerzowych o  $6 \text{ mm} < t < 14 \text{ mm}$

### 3.5 Proces produkcyjny i wykończenie powierzchni

$D_i$ lub $D_e$	Proces produkcyjny	Wykończenie powierzchni** w $\mu\text{m}$ na	
		górnej i dolnej powierzchni	wewnętrznej i zewnętrznej krawędzi
1)	tłoczone, formowane na zimno, krawędzie zaokrąglone	$R_a < 3.2$	$R_a < 12.5$
2*)	tłoczone, formowane na zimno, $D_e$ i $D_i$ odwrócone, krawędzie zaokrąglone	$R_a < 6.3$	$R_a < 6.3$
	tłoczone, formowane na zimno, krawędzie zaokrąglone	$R_a < 6.3$	$R_a < 3.2$
3)	formowane na zimno i gorąco, odwrócone na wszystkie strony, krawędzie zaokrąglone	$R_a < 12.5$	$R_a < 12.5$

\*) nie dysponuje się żadnymi innymi danymi, odpowiedni proces produkcyjny przejmuje producent

\*\*) podane dane nie odnoszą się do sprężyn piaskowanych

## 4. Skład materiału oraz właściwości materiału sprężyn talerzowych

### Skład materiału sprężyn talerzowych

Materiał	Numer materiału	Norma	Skład chemiczny w %														
			C	Si	Mn	P max	S max	Cr	V	Mo	Ni	N					
<b>Materiał standardowy</b>																	
C 60 S	1.1211	DIN EN 10132-4	0.57...0.65	0.15...0.35	0.60...0.90	0.025	0.025	max 0.40	-	max 0.10	max 0.40						
C 67 S	1.1231	DIN EN 10132-4	0.65...0.73	0.15...0.35	0.60...0.90	0.025	0.025	max 0.40	-	max 0.10	max 0.40						
C 75 S	1.1248	DIN EN 10132-4	0.70...0.80	0.15...0.35	0.60...0.90	0.025	0.025	max 0.40	-	max 0.10	max 0.40						
51 Cr V4	1.8159	DIN EN 10132-4	0.47...0.55	Max 0.40	0.70...1.10	0.025	0.025	0.90...1.20	0.10...0.25	max 0.10	max 0.40						
50 Cr V4	1.8159	DIN 17221	0.47...0.55	0.15...0.40	0.70...1.10	0.030	0.030	0.90...1.20	0.10...0.20	-	-						
<b>Materiał specjalny</b>																	
SS 301 (X 10 Cr Ni 18-8)	1.4310	DIN EN 10151	0.05...0.15	max 2.0	max 2.0	max 0.045	0.015	16.0...19.0	-	max 0.8	6.0...9.5	-					
SS 304 (X 5 Cr Ni 18-10)	1.4301	DIN EN 10151	max 0.07	max 1.0	max 2.0	max 0.045	0.015	17.0...19.5	-	-	8.0...10.5	max 0.11					
X 22 CrMoV 12-1	1.4923	DIN EN 10269	0.18...0.24	max 0.5	0.40...0.90	0.025	0.015	11.0...12.5	0.25...0.35	0.80...1.20	0.30...0.80	-					
<b>Materiał specjalny</b>																	
			Ni	Cr	Co	Ti	Al	C	Si	Mn	Fe	Cu	Zr	S	P	Mo	W
Inconel X 750 (NiCr 15 Fe 7 TiAl)	2.4669	70.0 min	14.0...17.0	1.0 max	2.25...2.75	0.40...1.00	0.08 max	0.50 max	1.0 max	5.0...9.0	0.5 max	-	0.015 max	0.020 max	-	-	-
Inconel 718 (NiCr 19 NbMo)	2.4668	50.0...55.0	17.0...21.0	1.0 max	0.70...1.15	0.3...0.7	0.02...0.08	0.35 max	0.35 max	Balans	0.2 max	-	0.015 max	0.015 max	2.8...3.3	-	-

### Właściwości materiału sprężyn talerzowych

Materiał	Numer materiału	Norma	Właściwości fizyczne i mechaniczne											
			Gęstość kg/dm <sup>3</sup>	Moduły w kN/mm <sup>2</sup>						Temp. pracy °C	Wytrzymałość na rozzerwanie N/mm <sup>2</sup>	Zakres grubości mm		
				w RT	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C				600 °C	
<b>Materiał standardowy</b>														
C 60 S	1.1211	DIN EN 10132-4	7.85	206	202	-	-	-	-	-	-	-20...+100	1150-1750	0.2...7.0
C 67 S	1.1231	DIN EN 10132-4	7.85	206	202	-	-	-	-	-	-	-20...+100	1200-1800	0.1...2.5
C 75 S	1.1248	DIN EN 10132-4	7.85	206	202	-	-	-	-	-	-	-20...+100	1200-1800	0.1...1.5
51 Cr V4	1.8159	DIN EN 10132-4	7.85	206	202	196	-	-	-	-	-	-50...+200	1200-1800	0.3...8.0
50 Cr V4	1.8159	DIN 17221	7.85	206	202	196	-	-	-	-	-	-50...+200	1200-1800	0.3...8.0
<b>Materiał specjalny</b>														
SS 301 (X 10 Cr Ni 18-8)	1.4310	DIN EN 10151	7.90	190	186	180	-	-	-	-	-	-200...+200	1150-1500	0.2...2.5
SS 304 (X 5 Cr Ni 18-10)	1.4301	DIN EN 10151	7.95	185	179	171	-	-	-	-	-	-200...+200	1000-1500	0.2...1.6
X 22 CrMoV 12-1	1.4923	DIN EN 10269	7.70	216	209	200	190	179	167	-	-	-50...+500	1200-1400	1.5...20
<b>Materiał specjalny</b>														
Inconel X 750 (NiCr 15 Fe 7 TiAl)	2.4669		8.28	214	207	198	190	179	170	158	-	-200...+700	≥1170	aż do 6.35
Inconel 718 (NiCr 19 NbMo)	2.4668		8.19	199	195	190	185	179	174	167	-	-200...+600	≥1240	aż do 6.35

Wartości przedstawione w tabeli są wartościami przybliżonymi.