

SPIROL[®]

SPRĘŻYNY DYSKOWE





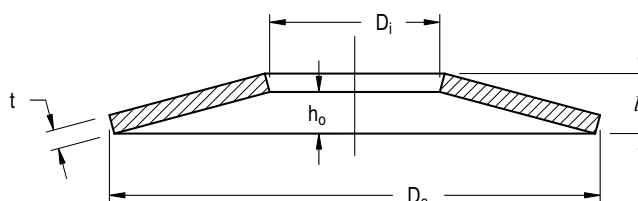
Sprężyny dyskowe to ukształtowane stożkowo, talerzowe elementy, zaprojektowane do przenoszenia obciążeń osiowych. Charakterystyczną cechą wyróżniającą sprężyny dyskowe jest przewidywalne ugięcie i obliczalna ilość cykli (trwałość), zgodnie z normą DIN EN 16984 (wcześniej DIN 2092). Sprężyny talerzowe mogą być poddawane obciążeniom statycznym w sposób ciągły lub przerywany oraz pracować pod obciążeniami dynamicznymi, w stałych cyklach zmiany sił. Mogą być stosowane pojedynczo lub wielokrotnie powielone w układach równoległych, seryjnych czy kombinowanych.

Zalety Sprężyn Dyskowych w odniesieniu do sprężyn innego typu:

- Szeroka gama kombinacji siły i ugięcia
- Niewielkie ugięcie pod znacznymi siłami
- Oszczędność miejsca - korzystna relacja siły do wielkości
- Stała charakterystyka pracy pod obciążeniem
- Wydłużona żywotność
- Naturalna zdolność wytłumiana - szczególnie w konfiguracji równoległej
- Duża elastyczność konfiguracji układów, pozwalająca sprostać wymaganiom każdej aplikacji

OZNACZENIA PODSTAWOWYCH WYMIARÓW

D_e = Średnica zewnętrzna
 D_i = Średnica wewnętrzna
 l_o = Wysokość całkowita, spoczynkowa
 t = Grubość dysku
 h_o = Wysokość wewnętrzna, spoczynkowa



SYMBOLE, OZNACZENIA I JEDNOSTKI UŻYWANE PRZY OBLICZANIU SPRĘŻYN DYSKOWYCH

F	= Siła lub zadane obciążenie	N
s	= Ugięcie pod wpływem zadanej siły	mm
σ	= Napężenie	MPa
E	= Moduł sprężystości	MPa
μ	= Liczba Poissona	—

STANDARDOWY ZAKRES PRODUKCJI

TYPOSZEREG W/G DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093)

SPIROL oferuje pełen zakres sprężyn dyskowych w/g DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093) z Grup 1 i 2 w seriach A, B i C.

TYPOSZEREG STANDARDOWY SPIROL

Poza standardem DIN, SPIROL produkuje sprężyny talerzowe w/g własnych standardów uzupełniających, w zakresie średnic D_e od 8 do 200mm, w celu zaspokojenia zapotrzebowania Klientów. Standardowe sprężyny SPIROL spełniają wymagania materiałowe, gabarytowe i jakościowe, wyszczególnione w normie DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093), lecz kombinacje dostępnych grubości i średnic wykraczają daleko poza zakres DIN.

OGÓLNA SPECYFIKACJA PRODUKTU

KLASYFIKACJA	GRUPA 1	GRUPA 2
GRUBOŚĆ (t)	<1,25mm	1,25mm do 6mm
MATERIAŁ	B – Stal węglowa C67S (1.1231) / UNS G10700	W – Stal stopowa 51CrV4 (1.8159) / UNS G61500
TWARDOŚĆ	HV 425-510 (HRC 43-50)	HRC 42-52 (HV 412-544)
WYKOŃCZENIE	R – Pokrycie fosforanami, zaolejone	

W każdej grupie występują 3 podstawowe serie: A, B i C. Różnią się one pomiędzy sobą grubością i związaną z tym relacją: siła / ugięcie (**krzywe ugięcia na stronie 2**). Standard DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093) rozgranicza serie w/g następujących kryteriów:

SERIA A	$D_e/t \approx 18$	$h_o/t \approx 0,4$
SERIA B	$D_e/t \approx 28$	$h_o/t \approx 0,75$
SERIA C	$D_e/t \approx 40$	$h_o/t \approx 1,3$

Na stronach 10-14 znajdują się pełne tabele oferowanych przez SPIROL standardów.

Jako uzupełnienie serii standardowych SPIROL oferuje linię **Sprężyn Dyskowych wykonanych ze stali nierdzewnej austenitycznej**.

MATERIAŁ	D – SAE 301 Stal nierdzewna (X10CrNi18-8 No 1.4310 / UNS 30100)
WYKOŃCZENIE	K – Naturalne, bez oleju

Na stronie 15 znajduje się tabela oferowanych przez SPIROL sprężyn ze stali nierdzewnej.

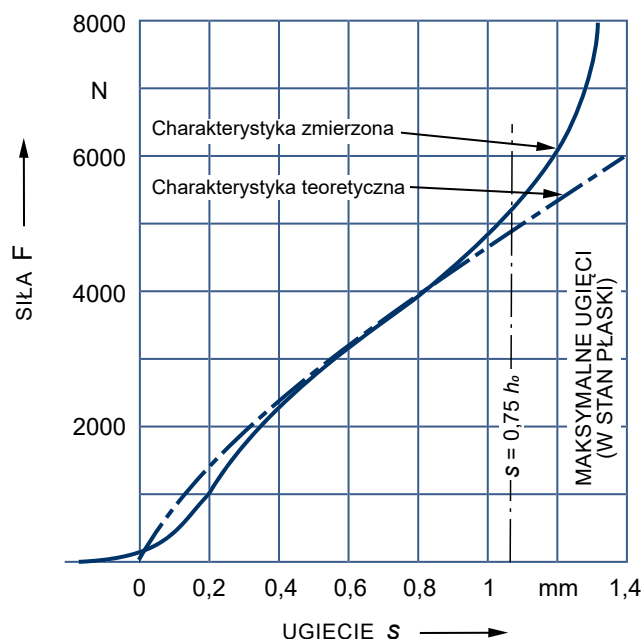
WERSJE SPECJALNE

SPIROL oferuje indywidualnie zaprojektowane Sprężyny Dyskowe, spełniające specyficzne wymagania aplikacji naszych Klientów. Czynniki istotne przy indywidualnych opracowaniach to: siła, parametry pracy, środowisko, charakter pracy i wymagana żywotność produktu. SPIROL może zapewnić specjalne wymiary, niestandardowe materiały i wykończenia czy pakowanie specjalne, aby spełnić oczekiwania Klientów i wymogi aplikacji.

**ABY ZAMÓWIĆ:
PRZYKŁADOWO:**

Kod produktu / $D_e \times D_i \times t$ / Kod materiału / Kod wykończenia
DSC 25 x 12,2 x 0,7 BR

UGIĘCIE TEORETYCZNE A PRAKTYCZNE



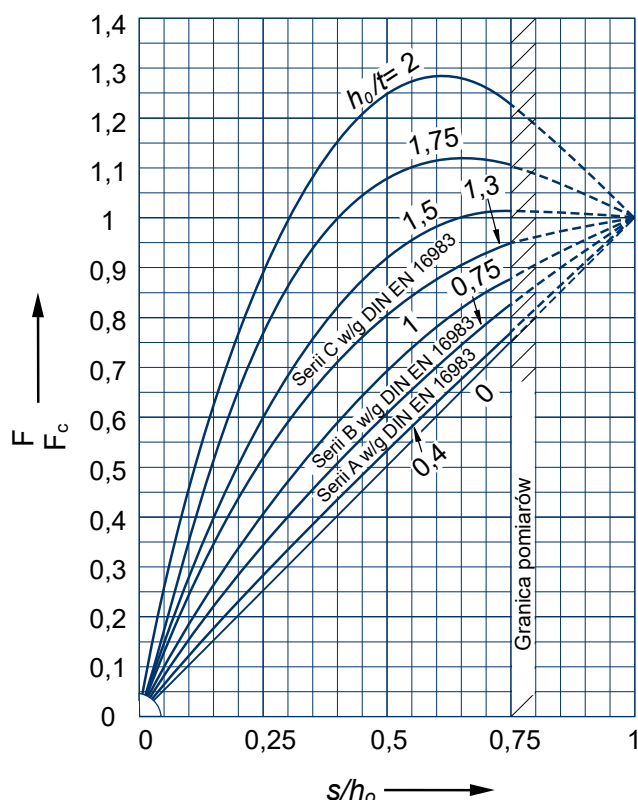
W dolnym zakresie sił krzywa pomiarów wykazuje większe ugięcia od teoretycznych w związku z naprężeniami wewnętrznymi w materiale.

W szerokim, środkowym zakresie sił, krzywa pomiarów praktycznie pokrywa się z krzywą teoretyczną.

Wraz ze wzrostem ugięcia, ramię momentu siły skraca się i siła gwałtownie wzrasta. Kiedy s/h_0 przekroczy 75%, odchylenie od krzywej obliczeniowej wyraźnie zwiększa się. W związku z tym przewidywalność ugięcia w funkcji siły ograniczona jest do 75% całkowitego ugięcia (h_0) sprężyny talerzowej.

Powyższy wykres wykonano na przykładzie sprężyny dyskowej w/g DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093), Grupa 2, Seria B o wymiarach: 50 x 25,4 x 2 mm.

ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY OBCIĄŻENIEM I UGIĘCIEM



F_c jest obliczoną siłą, wymaganą do całkowitego spłaszczenia sprężyny talerzowej.

Zależność siły i ugięcia pojedynczej sprężyny talerzowej nie jest liniowa. Jej kształt zależy od proporcji wysokości stożka (h_0) do grubości (t) h_0/t . Jeżeli ta proporcja jest niska (np. Seria A) to charakterystyka jest prawie liniowa. Krzywa zwiększa zakrzywienie gdy proporcja h_0/t wzrasta.

Aż do $h_0/t = 1,5$ sprężyna dyskowa może być bezpiecznie obciążana do postaci spłaszczonej.

Przy proporcji 1,5 charakterystyka jest prosta dla znacznego zakresu ugięcia. To istotna cecha przy planowaniu zużycia komponentu.

Powyżej $h_0/t = 1,5$ sprężyna wykazuje coraz bardziej regresywną charakterystykę i może przejść w kształt odwrócony przy spłaszczeniu, dlatego wymaga zabezpieczenia.

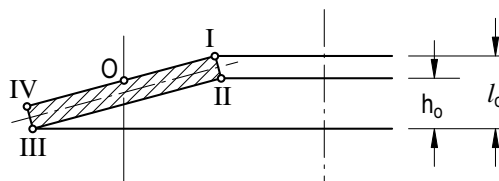
Przy proporcji 2 i wyżej sprężyna dyskowa może gwałtownie przeskoczyć do pozycji odwróconej przy ugięciu zbliżonym do pełnego.

PUNKT NAPRĘŻEŃ KRYTYCZNYCH

Gdy sprężyna talerzowa jest obciążona, naprężenia ściskające powstają w punktach I i IV. Naprężenia ściskające zazwyczaj oddziałują na górną powierzchnię krążka.

W teoretycznym punkcie (0) między punktami I i IV naprężenie nie może przekraczać granicy plastyczności materiału krążka (1400 - 1600 MPa dla podanych materiałów), aby nie dopuścić do trwałego odkształcenia (spłaszczenia).

Naprężenia rozciągające w punktach II i III stanowią podstawę dla obliczeń trwałości zmęczeniowej. Naprężenia rozciągające zazwyczaj oddziałują na dolną powierzchnię krążka.



OBCIĄŻENIA STATYCZNE

Obciążenie statyczne definiuje się jako przenoszenie stałego obciążenia lub obciążenia zmieniającego się sporadycznie w stosunkowo długich odstępach czasu, nie częściej niż dziesięć tysięcy cykli w projektowanym okresie eksploatacji. W takich przypadkach krytyczne jest najwyższe naprężenie obliczone w punkcie 0 i nie powinno ono przekraczać 1400 - 1600 MPa. Standardowy typoszereg sprężyn talerzowych może być stosowany w warunkach obciążenia statycznego bez konieczności wykonywania obliczeń naprężeń teoretycznych. W tych warunkach efekt trwałego odkształcenia nie występuje przy naprężeniach do $s = 0,75 h_0$.

OBCIĄŻENIA DYNAMICZNE

Jedną z kluczowych zalet stosowania sprężyn talerzowych DIN jest fakt, że można je wykorzystywać przy cyklicznych obciążeniach o wysokiej częstotliwości, gdzie trwałość zmęczeniowa stanowi główny problem. Aby uzyskać maksymalne korzyści z wykorzystania sprężyn talerzowych w tego typu zastosowaniach, należy wziąć pod uwagę kilka czynników. Upraszczając, w doborze odpowiedniej sprężyny talerzowej do konkretnego zastosowania pomocne będą następujące zabiegi.

Analiza zastosowania:

Znajomość charakterystyki obciążenia sprężyny jest tutaj kluczowa i wymaga podania takich informacji jak obciążenie wstępne, działające siły, przemieszczenie, profil ruchowy i częstotliwość. Inne dane, takie jak wymagana żywotność, temperatura pracy i warunki w otoczeniu, które mogą wymagać ochrony antykorozyjnej, czy wymagania odnośnie czystości, wszystkie te czynniki wpływają na trwałość zmęczeniową i muszą być wzięte pod uwagę.

Minimalizowanie naprężeń poprzez dobór projektu:

Trwałość zmęczeniowa sprężyny talerzowej jest bezpośrednio związana z wielkością naprężeń powstających w mechanizmie podczas cyklu pracy. Dotyczy to zarówno maksymalnego naprężenia powstającego podczas fazy największego obciążenia w ramach cyklu, jak i różnicy naprężeń pomiędzy pełnym obciążeniem a stanem bez obciążenia lub obciążenia wstępnego.

Dobór właściwej konfiguracji:

Aby zminimalizować naprężenia w mechanizmie, często zaleca się wykorzystanie możliwości konfigurowania sprężyn talerzowych w ramach uprzednio zmontowanych stosów krążków ułożonych naprzemiennie lub równolegle. Krążki równoległe pozwalają na zwiększenie siły dla danego rozmiaru krążka, podczas gdy krążki naprzemiennie umożliwiają wydłużenie skoku konkretnego mechanizmu. Oba te sposoby pozwalają minimalizować naprężenia powstające w każdym krążku, wydłużając w ten sposób ich żywotność.

Proces szacowania trwałości zmęczeniowej sprężyny talerzowej ma charakter iteracyjny. Nie można założyć trwałości zmęczeniowej, a następnie poruszając się wstecz, ustalić konfigurację sprężyny talerzowej. Podstawowe kroki mające na celu oszacowanie trwałości zmęczeniowej są następujące:

1. Określić wymagania odnośnie mechanizmu w stanie najmniej obciążonym. Należy określić siłę wymaganą, aby sprężyny talerzowe pozostawały w stanie minimalnie ściśniętym.
2. Określić warunki pełnego obciążenia sprężyny talerzowej. Można to określić przez długość skoku lub dodatkowe obciążenie, które będzie wywierane na sprężynę talerzową.
3. Korzystając z powyższych informacji, wybrać konfigurację sprężyn talerzowych, która powinna się sprawdzić przy obciążeniu statycznym. Należy tutaj uwzględnić:
 - Rozmiar i serię krążków tak, aby przez cały czas utrzymywane było minimalne obciążenie wstępne, równe około 15% - 20% maksymalnej nośności krążka. Jeśli to napięcie wstępne nie będzie utrzymane, jest prawdopodobne, że sprężyna talerzowa ulegnie uszkodzeniu na górnej krawędzi średnicy wewnętrznej z powodu nawrotnych naprężeń ściskających.
 - Liczbę krążków, aby uzyskać wymagany skok. Maksymalne ugięcie nie może przekraczać zalecanego odkształcenia krążka.
 - Orientację i ilość krążków tak, aby maksymalny współczynnik obciążenia krążków nie został przekroczony podczas fazy największego obciążenia mechanizmu.
 - Co do zasady, lepiej jest stosować w mechanizmach większe i lżejsze sprężyny talerzowe (serii B lub C), niż mniejsze i cięższe sprężyny talerzowe (serii A).
4. Dla wybranego rozmiaru sprężyny talerzowej określić jej sprężenie, które będzie mieć miejsce w dwóch ekstremalnych położeniach. Jeśli znane są tylko siły, należy wykonać obliczenia, aby ustalić jakie będzie sprężenie. Można je interpolować na podstawie wartości katalogowych lub obliczać dokładnie za pomocą wzorów podanych w normie DIN EN 16984. Przy zastosowaniu wzorów, zarówno naprężenia jak i wynikającą z nich siłę sprężyny określa stopień sprężenia sprężyny talerzowej.
5. Ustalić krytyczny punkt krążka dla wybranej sprężyny talerzowej. W zależności od używanych krążków punkty krytyczne mogą znajdować się na następujących krawędziach:

• Dolna średnica wewnętrzna	Punkt II
• Dolna średnica zewnętrzna	Punkt III

W praktyce najlepiej jest ocenić naprężenia w obu punktach. Najbardziej obciążona krawędź będzie czynnikiem ograniczającym dla ustalenia żywotności sprężyny talerzowej.
6. Obliczyć naprężenia dla obu punktów II i III dla obu poziomów sprężenia. Można je uzyskać interpolując wartości z tabel katalogowych, ale najlepiej jest stosować sprawdzone wzory podane w normie DIN EN 16984.
7. Posługując się wykresami na rysunku 1 i rysunku 2, znaleźć punkt przecięcia minimalnego naprężenia na osi odciętych i maksymalnego naprężenia na osi rzędnych.
8. Co do zasady, najlepiej jest uzyskać 15% -20% -owe wstępne obciążenie krążka w najmniej obciążonym położeniu, a następnie zminimalizować skok przypadający na jeden krążek.



Wykresy zamieszczone poniżej przedstawiają typową trwałość sprężyn talerzowych, testowanych w warunkach laboratoryjnych. Aby poprawnie wykorzystać dane z wykresu należy dokładnie określić naprężenia przy maksymalnym i minimalnym ugięciu w trakcie pracy. Ponieważ zarówno punkt II jak punkt III mogą być najbardziej obciążone, należy sprawdzić obliczenia dla każdego i podstawić mniej korzystny.

GRUPA 1 $t < 1,25\text{mm}$

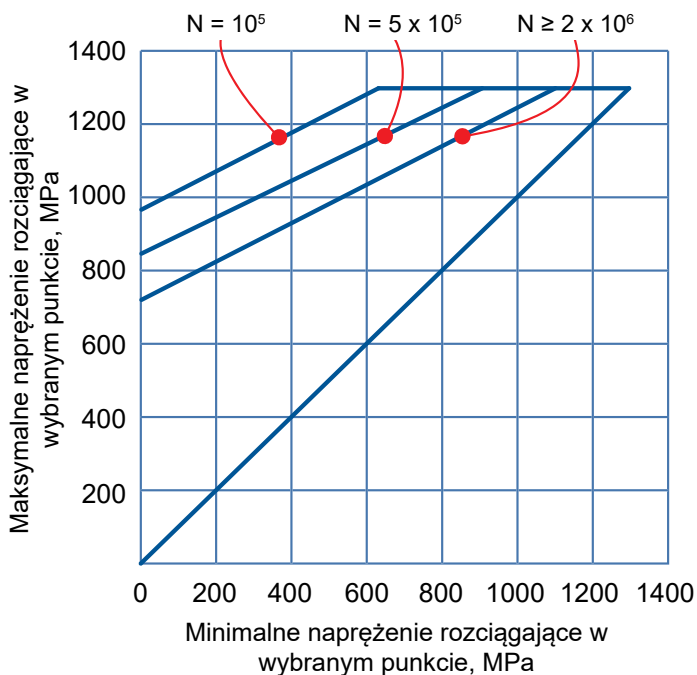


Figure 1

GRUPA 2 $1,25\text{mm} \leq t \leq 6,0\text{mm}$

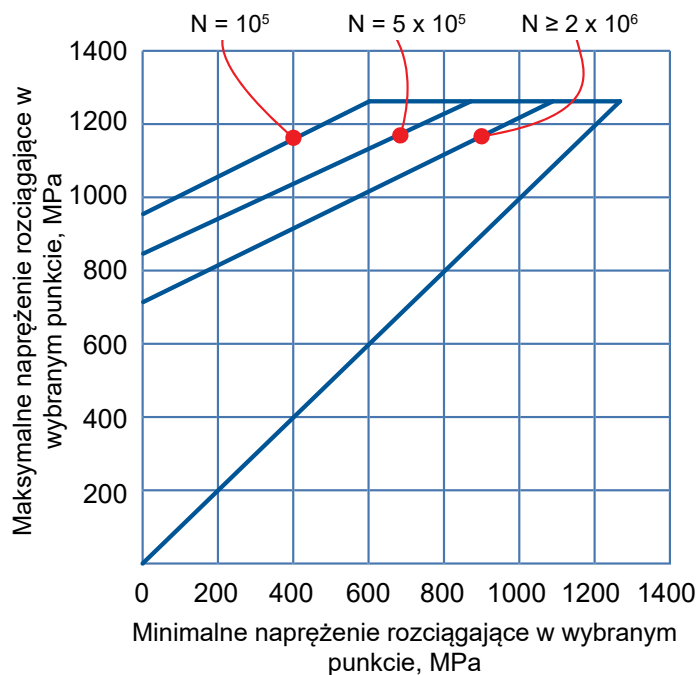


Figure 2

Poniższe wartości bazują na testach laboratoryjnych z użyciem urządzenia testującego, generującego obciążenia o cyklach sinusoidalnych, dającego wyniki z 99% dokładnością. Poniższe wykresy mają zastosowanie dla pojedynczych dysków i układów 10 (lub mniej) dysków w serii z zastosowaniem 15-20% obciążenia wstępnego. Testy były wykonywane w temperaturze pokojowej, przy częstotliwości nie generującej dużych ilości ciepła, z wykorzystaniem utwardzonej i wypolerowanej powierzchni podstawy i tłoka testującego.

Układanie krążków równolegle istotnie zmniejsza trwałość zmęczeniową, ponieważ ugięcie poszczególnych krążków może być tłumione z powodu kontaktu z sąsiednim dyskiem, co powoduje lokalnie wyższe naprężenia. Działanie w warunkach wysokich częstotliwości bez odpowiedniego smarowania może również zmniejszyć trwałość zmęczeniową na skutek ciepła wytwarzanego w wyniku tarcia. Prowadzenie ułożonych krążków, konstrukcja powierzchni przylegających i stosowanie hartowanych podkładek jest szczególnie ważne w mechanizmach wymagających trwałości zmęczeniowej. Niewspółosiowość współpracujących krążków musi być ujednolicona, aby wyeliminować punkty styku, które będą skutkować koncentracją naprężeń i przedwczesnym zużyciem.

Poniższe wartości mają zastosowanie jedynie dla sprężyn dyskowych w/g DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093), które nie są śrutowane powierzchniowo. Śrutowanie może zwiększyć odporność na zmęczenie materiału, ale indywidualne badania są wymagane dla obliczenia dokładnych wartości.

ROZMIAR I RODZAJ

- Należy dobierać dysk o największej możliwej średnicy zewnętrznej (D_o). To pozwoli zredukować naprężenia w materiale przy wymaganej proporcji siły i ugięcia (F/s) a przez to wydłuży trwałość produktu. Stosunek średnic D_o / D_i w granicach 1,7 do 2,2 również korzystnie wpływa na trwałość i wydajność pracy sprężyny.
- Należy wybrać sprężynę, która osiąga wymaganą w aplikacji siłę przy ugięciu mniejszym niż 75% wysokości spoczynkowej. Ugięcie równe 75% h_o powinno być absolutnym, projektowanym maksimum. Zredukowanie ugięcia wydłuży trwałość sprężyny.
- Krzywe zależności siły i ugięcia mogą być modelowane przez stosowanie sprężyn o różnej proporcji h_o / t . Wykresy dla sprężyn dyskowych mogą być oparte na bazie danych ze stron **10-15** przy 25, 50, 75 i 100% ugięcia.
- Sprężyny o większej grubości mają lepszą charakterystykę tłumienia (histereza).

ODPORNOŚĆ NA ZMĘCZENIE

- Odporność na zmęczenie może być podwyższona poprzez zwiększenie obciążenia wstępnego i redukcję maksymalnego ugięcia jednostkowego. To wymusza użycie większej ilości dysków ale wydatnie przedłuża ich trwałość.
- Śrutowanie generuje korzystne naprężenia ściskające na powierzchni dysku. Redukuje to prawdopodobieństwo uszkodzenia przez naprężenia rozciągające, które przeważnie powstają właśnie na powierzchni.
- Formowaniem wstępnym określamy pojedyncze lub wielokrotne ściskanie hartowanej sprężyny dyskowej do stanu płaskiego. Przyłożone obciążenia skutkują plastyczną deformacją i dysk stopniowo zmniejsza wysokość. Pozostająca wysokość spoczynkowa (h_o) wynika z równowagi pomiędzy naprężeniami wewnętrznymi, siłami i momentami siły w dysku. Po tym procesie sprężyna dyskowa nie będzie się dalej odkształcała plastycznie, zachowując wymagany kształt. Pozwala to na większe obciążenia produktu i poprawia odporność na zmęczenie materiału.

MATERIAŁY I WYKOŃCZENIA

- Stale węglowe i stopowe charakteryzują się doskonałą trwałością i parametrami w większości zastosowań. Standartowe pokrycie fosforanami i olejem zapewnia skuteczną ochronę przed wilgotnością i sporadycznym zamoczeniem. Można stosować skuteczniejsze powłoki antykorozyjne, ale wykazują one tendencję do ścierania się w aplikacjach dynamicznych.
- Powinno się zawsze unikać stosowania powłok elektrolitycznych ze względu na zjawisko kruchości wodorowej stali, które jest bardzo niebezpieczne dla obciążonych sprężyn hartowanych powyżej HRC 40.
- Stal nierdzewna austenityczna jest dobrym materiałem dla aplikacji statycznych lub wolno-zmiennych. Zapewnia ona doskonałą odporność na korozję i wysoką odporność mechaniczną. Ten materiał będzie twardniał w trakcie pracy cyklicznej, więc jego żywotność jest ograniczona, ale wykazuje dużą odporność na odkształcanie.
- Dla aplikacji dynamicznych z dużymi wymaganiami antykorozyjnymi rekomendowane są stale nierdzewne utwardzane. Ich wytrzymałość jest zbliżona do materiałów wyspecyfikowanych w DIN a odporność na korozję ekstremalnie wysoka.
- W temperaturach powyżej 100°C (200°F), standartowe materiały w/g DIN mogą ulegać stopniowemu odkształcaniu, a w zakresie 150-200°C (300-400°F) tracą swoją wytrzymałość i nie są już użyteczne jako sprężyny. Stale nierdzewne są trochę bardziej odporne na temperaturę, ale jedynie do ok. 300°C (575°F).

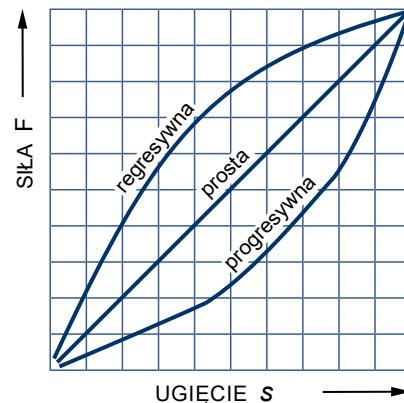
KONFIGURACJA

- Niższe kolumny sprężyn dyskowych są bardziej wydajne. Jest to szczególnie ważne przy obciążeniach dynamicznych. Dyski na ruchomym końcu mają ugięcie większe od obliczanego, a na końcu podpartym ugięcie jest mniejsze od planowanego. Wynika to pośrednio z sił tarcia pomiędzy poszczególnymi dyskami, dyskami i obudową czy trzpieniem wewnętrznym. Użycie sprężyny talerzowej o maksymalnej możliwej średnicy zewnętrznej umożliwi zmniejszenie ilości dysków w kolumnie i zredukuje jej wysokość. Rekomendowana wysokość układu sprężyn dyskowych nie powinna przekraczać trzykrotnej średnicy zewnętrznej lub ilości dziesięciu dysków.
- Gdy składamy dyski równolegle, następujące czynniki muszą być rozważone:
 - W aplikacjach dynamicznych; wytwarzanie ciepła przez tarcie
 - Relacja sił obciążających i odciążających z uwzględnieniem tarcia
 - Histereza zwiększająca zdolność tłumienia, powodowana siłami tarcia pomiędzy dyskami.
 - Smarowanie - jest konieczne przy układach równoległych.
- Smarowanie jest niezbędne aby zapewnić wydajną pracę i wydłużyć trwałość sprężyn dyskowych. W typowych aplikacjach stały środek smarujący jak np. dwusiarczek molibdenu będzie wystarczający. Przy dużych obciążeniach i kontakcie z substancjami aktywnymi wymagane jest stosowanie olejów maszynowych lub smarów w komorze sprężyn.
- Hartowane podkładki płaskie wyeliminują możliwość uszkodzenia / skrobania powierzchni w trakcie pracy sprężyn, gdy stykają się z nieutwardzonymi materiałami.

KONFIGUROWANIE

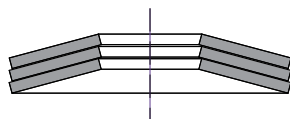
Układy sprężyn dyskowych pozwalają projektować:

- Szeroki zakres kombinacji ugięcia i siły.
- Dowolne charakterystyki ugięcia w aplikacji; progresywne lub regresywne.
- Elastyczną charakterystykę tłumienia układu w zależności od parametrów.



MATODY BUDOWANIA UKŁADÓW

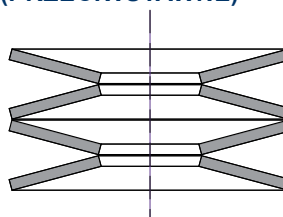
RÓWNOLEGŁE



UGIĘCIE: identyczne jak pojedyncza sprężyna

SIŁA: siła pojedynczej sprężyny x ilość sprężyn równoległych w bloku

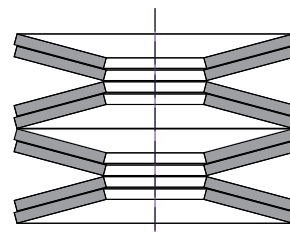
SERIAM (PRZECIWSTAWNE)



UGIĘCIE: ugięcie pojedynczej sprężyny x ilość sprężyn przeciwstawnych w kolumnie

SIŁA: siła pojedynczej sprężyny

KOMBINOWANE



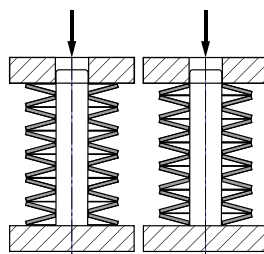
UGIĘCIE: ugięcie pojedynczej sprężyny x ilość bloków przeciwstawnych w kolumnie

SIŁA: siła pojedynczej sprężyny x ilość sprężyn równoległych w każdym bloku

Uwagę należy zwrócić na siły tarcia pomiędzy dyskami złożonymi równolegle. Przewiduje się różnicę ok. 2-3% w obliczanej sile; zwiększenie siły przy obciążaniu i zmniejszenie przy odciążaniu. Dyski złożone równolegle powinny mieć zapewnione smarowanie. Sugeruje się ograniczenie ilości dysków równoległych w bloku do 4 sztuk aby zminimalizować odchylenie charakterystyki rzeczywistej od teoretycznej. Dyski w układach równoległych mają zwiększoną charakterystykę tłumienia (histereza).

BUDOWA UKŁADÓW

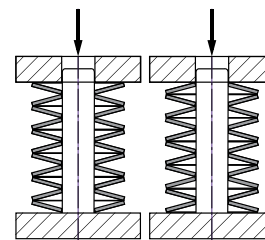
PARZYSTA LICZBA DYSKÓW



DOBRZE

ŹLE

NIEPARZYSTA LICZBA DYSKÓW



DOBRZE

ŹLE

Pożądane jest projektowanie układów, gdzie na obu końcach kolumny dyski stykają się większą średnicą z pracującymi powierzchniami. Jeżeli w układzie jest nieparzysta liczba sprężyn (bloków) należy ustawić kolumnę tak, aby większe średnice stykały się z powierzchnią ruchomą.

STOSY WSTĘPNIE ZŁOŻONE

SPIROL oferuje wstępnie złożone sprężyny talerzowe (nasmarowane lub nie nasmarowane) w zamówionych konfiguracjach, zapakowane w folię termokurczliwą z perforowanym paskiem dla łatwiejszej zabudowy mechanizmu. Oszczędza to czas i pomaga eliminować błędy w trakcie montażu.

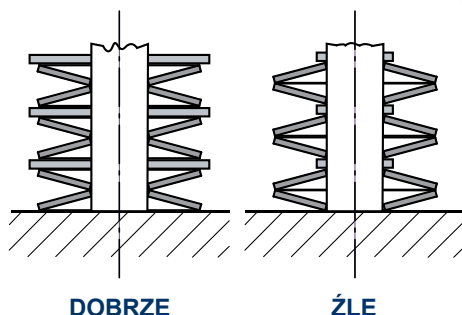


ZALECENIA

Kolumny muszą zapewniać utrzymywanie sprężyn dyskowych współosiowo. Preferowanym rozwiązaniem jest użycie utwardzonego trzpienia prowadzonego przez średnicę wewnętrzną sprężyn. W przypadku, gdy pozycjonowanie kolumny odbywa się przy pomocy średnicy zewnętrznej, konieczne jest zastosowanie utwardzonej tulei prowadzącej. Rekomendowana metoda utwardzenia: powierzchniowe; min. 0,6mm, 58 HRC. Zalecane wykończenie powierzchni: ≤ 4 mikronów.

Ponieważ średnica dysku zmienia się w trakcie pracy pod obciążeniami, rekomenduje się zaprojektowanie prześwitu:

D_e lub D_i (mm)	PRZEŚWIT (mm)
Do 16	0,2
Powyżej 16 do 20	0,3
Powyżej 20 do 26	0,4
Powyżej 26 do 31,5	0,5
Powyżej 31,5 do 50	0,6
Powyżej 50 do 80	0,8
Powyżej 80 do 140	1,0
Powyżej 140 do 250	1,6

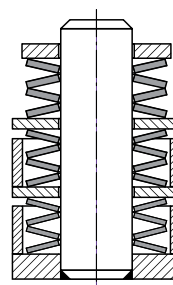


Stabilność układów sprężyn dyskowych o grubości $\leq 1\text{mm}$ może stanowić problem i dlatego zaleca się stosowanie przekładek płaskich na powierzchniach styku, zapewniających podparcie dla obwodów zewnętrznych dysków.

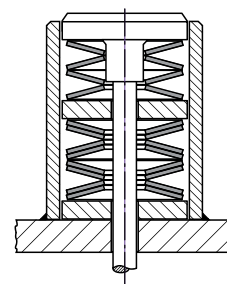
PROGRESYWNE KRZYWE OBCIĄŻEŃ

Charakterystyka progresywna może być zapewniona przez układy, gdzie sprężyny będą ugięły się stopniowo w trakcie obciążania. Generalnie można to zapewnić poprzez: 1) układanie pojedynczych, podwójnych i potrójnych bloków sprężyn w seriach. 2) składanie sprężyn o różnych grubościach w seriach; istotne tu jest zapewnienie ograniczenia ugięcia dla cieńszych sprężyn aby uniknąć ich przeciążenia, gdy mocniejsze sprężyny przejmą działanie sił.

UKŁAD DYSKÓW O PROGRESYWNEJ CHARAKTERYSTYCE OBCIĄŻEŃ I OGRANICZNIKI SKOKU, ZABEZPIECZAJĄCE PRZED NADMIERNYMI OBCIĄŻENIAMI.



PODKŁADKI I TULEJE



TULEJA I OGRANICZNIK

TOLERANCJA ŚREDNICY

Średnica zewnętrzna: D_e h12
 Średnica wewnętrzna: D_i H12

Współosiowość: $D_e \leq 50\text{mm}$ 2 • IT 11
 $D_e > 50\text{mm}$ 2 • IT 12

ZAKRES D_e i D_i mm	TOLERANCJA D_e +0 / - mm	TOLERANCJA D_i +0 / - mm	TOLERANCJA WSPÓŁOSIOWOŚCI ¹
3 do 6	0,12	0,12	0,15
Powyżej 6 do 10	0,15	0,15	0,18
Powyżej 10 do 18	0,18	0,18	0,22
Powyżej 18 do 30	0,21	0,21	0,26
Powyżej 30 do 50	0,25	0,25	0,32
Powyżej 50 do 80	0,30	0,30	0,60
Powyżej 80 do 120	0,35	0,35	0,70
Powyżej 120 do 180	0,40	0,40	0,80
Powyżej 180 do 250	0,46	0,46	0,92

1) W odniesieniu do średnicy zewnętrznej D_e .

TOLERANCJA GRUBOŚCI (t)

ZAKRES GRUBOŚCI mm				TOLERANCJA mm	
				+	-
Od	0,2	do	0,6	0,02	0,06
Powyżej	0,6	do poniżej	1,25	0,03	0,09
Od	1,25	do	3,8	0,04	0,12
Powyżej	3,8	do	6	0,05	0,15

TOLERANCJA WYSOKOŚCI CAŁKOWITEJ (I_o)*

ZAKRES GRUBOŚCI (t) mm				TOLERANCJA mm	
				+	-
Mniej niż	1,25			0,10	0,05
Od	1,25	do	2	0,15	0,08
Powyżej	2	do	3	0,20	0,10
Powyżej	3	do	6	0,30	0,15

* Zgodnie z normą DIN EN 16983 (dawniej DIN 2093) dopuszczalne jest przekroczenie tolerancji standardowej dla I_o w celu spełnienia wymagań dotyczących obciążenia sprężyny.

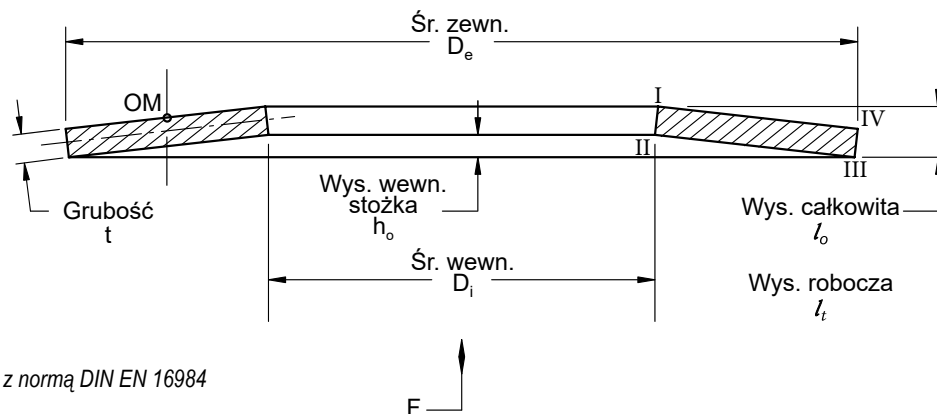
ODCHYLENIE WIELKOŚCI SIŁY

Standardowe odchylenia wartości siły:

Wytrzymałość na siły statyczne (F) pojedynczej sprężyny dyskowej może być określona w pod obciążeniem przy zastosowaniu smarowania. Płyty, pomiędzy którymi ściskana jest sprężyna, muszą być utwardzone i wypolerowane.

GRUBOŚĆ (t) mm				DOPUSZCZALNA ODCHYLENIA obciążenia "F" (procentowo) przy $s = 0,75 h_o$
Mniej niż	1,25			+ 25 % - 7,5 %
Od	1,25	do	3	+ 15 % - 7,5 %
Powyżej	3	do	6	+ 10 % - 5 %

SPRĘŻYNY DYSKOWE (TALERZOWE) W/G DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093)



Ugięcie s w [mm]

Siła F w [N]

Naprężenie σ w MPa

Wartości wyliczone zgodnie z normą DIN EN 16984 (wcześniej DIN 2092)

ABY ZAMÓWIĆ: Kod produktu / $D_e \times D_i \times t$ / Kod materiału / Kod wykończenia

PRZYKŁADOWO: DSC 25 x 12,2 x 0,7 BR

MATERIAŁY STANDARTOWE

B	dla "t" mniej niż 1,25 mm Stal węglowa	HV 425 - 510 HRC 43 - 50
W	dla "t" = 1.25 mm i więcej Stal stopowa	HV 412 - 544 HRC 42 - 52

WYKOŃCZENIE STANDARTOWE

R	Pokrycie fosforanami, zaolejone
----------	---------------------------------

*Sprężyny Dyskowe ze stali
nierdzewnej: Patrz strona 15*

Seria w/g DIN	WYMIARY						SIŁA, UGIĘCIE I NAPRĘŻENIA WYLICZONE PRZY E = 206 kMPa i μ = 0,3																										
							Obciążenie wstępne, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o						
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	F	σ _{OM}				
	8,0	3,2	0,20	0,40	0,20	1,00	0,03	0,37	8	37	144	0,05	0,35	12	97	276	0,10	0,30	20	211	433	0,15	0,25	26	409	600	0,20	30	-710				
	8,0	3,2	0,30	0,55	0,25	0,83	0,04	0,51	29	113	247	0,06	0,49	46	207	401	0,13	0,43	79	511	750	0,19	0,36	104	912	1.046	0,25	126	-1.332				
	8,0	3,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,03	0,57	43	212	214	0,05	0,55	69	365	350	0,10	0,50	130	792	666	0,15	0,45	186	1.281	949	0,20	238	-1.421				
	8,0	3,2	0,50	0,70	0,20	0,40	0,03	0,67	79	299	249	0,05	0,65	128	511	408	0,10	0,60	246	1.083	782	0,15	0,55	357	1.717	1.123	0,20	465	-1.776				
C	8,0	4,2	0,20	0,45	0,25	1,25	0,04	0,41	14	-7	253	0,06	0,39	21	8	409	0,13	0,33	33	114	753	0,19	0,26	39	319	1.034	0,25	42	-1.003				
B	8,0	4,2	0,30	0,55	0,25	0,83	0,04	0,51	33	99	308	0,06	0,49	52	184	501	0,13	0,43	89	467	938	0,19	0,36	118	847	1.312	0,25	142	-1.505				
A	8,0	4,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,03	0,57	48	198	268	0,05	0,55	78	343	439	0,10	0,50	147	749	837	0,15	0,45	210	1.218	1.194	0,20	269	-1.605				
	10,0	3,2	0,30	0,65	0,35	1,17	0,05	0,60	34	39	234	0,09	0,56	51	90	378	0,18	0,48	82	308	697	0,26	0,39	98	652	957	0,35	108	-1.147				
	10,0	3,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	104	253	302	0,09	0,76	165	447	492	0,18	0,68	296	1.021	925	0,26	0,59	404	1.721	1.299	0,35	500	-1.911				
	10,0	4,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,05	0,66	50	134	249	0,08	0,63	79	241	405	0,15	0,55	140	570	760	0,23	0,48	189	988	1.066	0,30	232	-1.384				
	10,0	4,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,04	0,71	68	208	221	0,06	0,69	110	359	361	0,13	0,63	206	778	688	0,19	0,56	294	1.260	981	0,25	377	-1.441				
	10,0	4,2	0,60	0,85	0,25	0,42	0,04	0,81	111	277	250	0,06	0,79	182	473	410	0,13	0,73	347	1.008	785	0,19	0,66	502	1.604	1.125	0,25	652	-1.730				
C	10,0	5,2	0,25	0,55	0,30	1,20	0,05	0,51	20	2	235	0,08	0,48	30	21	380	0,15	0,40	48	133	702	0,23	0,32	58	336	965	0,30	63	-957				
B	10,0	5,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,05	0,66	56	124	298	0,08	0,63	88	224	485	0,15	0,55	155	539	912	0,23	0,47	209	943	1.281	0,30	257	-1.531				
A	10,0	5,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,04	0,71	75	198	266	0,06	0,69	122	343	435	0,13	0,63	228	749	829	0,19	0,56	325	1.218	1.182	0,25	418	-1.595				
	12,0	4,2	0,40	0,80	0,40	1,00	0,06	0,74	55	76	238	0,10	0,70	85	149	385	0,20	0,60	141	411	714	0,30	0,50	178	786	988	0,40	206	-1.228				
	12,0	4,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	91	158	266	0,10	0,80	143	285	432	0,20	0,70	249	683	809	0,30	0,60	331	1.193	1.130	0,40	402	-1.535				
	12,0	5,2	0,40	0,80	0,40	1,00	0,06	0,74	58	62	270	0,10	0,70	90	124	438	0,20	0,60	149	358	813	0,30	0,50	188	700	1.126	0,40	217	-1.295				
	12,0	5,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	96	137	303	0,10	0,80	150	251	493	0,20	0,70	263	611	923	0,30	0,60	350	1.080	1.291	0,40	424	-1.619				
	12,0	5,2	0,60	0,95	0,35	0,58	0,05	0,90	122	213	279	0,09	0,86	196	372	455	0,18	0,78	361	828	863	0,26	0,69	506	1.367	1.222	0,35	641	-1.700				
	12,0	5,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	217	319	275	0,08	1,03	356	545	452	0,15	0,95	685	1.151	869	0,23	0,88	998	1.818	1.251	0,30	1.302	-1.943				
	12,0	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	84	139	291	0,09	0,76	134	249	475	0,18	0,68	239	582	894	0,26	0,59	326	1.001	1.259	0,35	404	-1.544				
	12,0	6,2	0,60	0,95	0,35	0,58	0,05	0,90	133	204	325	0,09	0,86	214	358	531	0,18	0,78	394	801	1.007	0,26	0,69	552	1.329	1.429	0,35	699	-1.853				
	12,0	6,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	236	311	322	0,08	1,03	388	531	529	0,15	0,95	747	1.124	1.017	0,23	0,88	1.090	1.780	1.465	0,30	1.419	-2.118				

SPRĘŻYNY DYSKOWE (TALERZOWE) W/G DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093)

Seria w/g DIN	WYMIARY						SIŁA, UGIĘCIE I NAPRĘŻENIA WYLICZONE PRZY E = 206 kMPa i μ = 0,3																											
							Obciążenie wstępne, s = 0,15 h ₀					s = 0,25 h ₀					s = 0,5 h ₀					s = 0,75 h ₀					s = h ₀							
	D _e	D _i	t	l ₀	h ₀	h ₀ /t	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	F	σ _{OM}					
C	12,5	6,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,07	0,73	55	-14	314	0,11	0,69	84	2	506	0,23	0,58	130	134	932	0,34	0,46	151	393	1.278	0,45	160	-1.250					
B	12,5	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	76	129	258	0,09	0,76	120	231	420	0,18	0,68	215	539	791	0,26	0,59	294	925	1.114	0,35	363	-1.388					
A	12,5	6,2	0,70	1,00	0,30	0,43	0,05	0,96	147	235	259	0,08	0,93	239	403	425	0,15	0,85	457	864	814	0,23	0,77	660	1.382	1.167	0,30	855	-1.666					
	14,0	6,2	0,90	1,25	0,35	0,39	0,05	1,20	269	301	273	0,09	1,16	440	514	448	0,18	1,08	846	1.090	860	0,26	0,99	1.230	1.727	1.236	0,35	1.602	-1.889					
C	14,0	7,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,07	0,73	45	-13	259	0,11	0,69	68	0	418	0,23	0,58	106	103	770	0,34	0,46	123	309	1.055	0,45	131	-1.018					
B	14,0	7,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	76	94	258	0,10	0,80	120	173	419	0,20	0,70	210	428	787	0,30	0,60	279	764	1.101	0,40	338	-1.293					
A	14,0	7,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	173	228	235	0,08	1,03	284	390	386	0,15	0,95	547	826	743	0,23	0,87	797	1.308	1.071	0,30	1.040	-1.551					
	15,0	5,2	0,40	0,95	0,55	1,38	0,08	0,87	67	-15	249	0,14	0,81	101	3	401	0,28	0,68	154	142	735	0,41	0,54	176	417	1.002	0,55	181	-1.079					
	15,0	5,2	0,70	1,25	0,55	0,79	0,08	1,17	216	201	324	0,14	1,11	340	362	526	0,28	0,98	596	861	985	0,41	0,84	797	1.496	1.376	0,55	969	-1.888					
	15,0	6,2	0,50	1,00	0,50	1,00	0,08	0,93	89	64	262	0,13	0,88	138	129	424	0,25	0,75	229	368	787	0,38	0,63	289	716	1.089	0,50	334	-1.275					
	15,0	6,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,07	0,98	112	135	246	0,11	0,94	178	243	400	0,23	0,83	314	574	752	0,34	0,71	424	994	1.054	0,45	519	-1.377					
	15,0	6,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,06	1,04	138	189	228	0,10	1,00	222	328	373	0,20	0,90	411	727	707	0,30	0,80	578	1.195	1.002	0,40	733	-1.428					
	15,0	8,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,06	1,04	159	178	293	0,10	1,00	256	311	479	0,20	0,90	474	694	909	0,30	0,80	666	1.150	1.291	0,40	844	-1.646					
	15,0	8,2	0,80	1,20	0,40	0,50	0,06	1,14	226	226	320	0,10	1,10	367	391	523	0,20	1,00	689	856	997	0,30	0,90	982	1.392	1.423	0,40	1.261	-1.881					
C	16,0	8,2	0,40	0,90	0,50	1,25	0,08	0,83	55	-6	247	0,13	0,78	84	10	399	0,25	0,65	131	117	735	0,38	0,52	154	322	1.009	0,50	165	-988					
B	16,0	8,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,07	0,98	109	109	258	0,11	0,94	172	197	420	0,23	0,83	304	474	790	0,34	0,71	410	830	1.109	0,45	503	-1.333					
A	16,0	8,2	0,90	1,25	0,35	0,39	0,05	1,20	221	226	238	0,09	1,16	363	386	391	0,18	1,08	697	820	751	0,26	0,99	1.013	1.301	1.080	0,35	1.319	-1.555					
	18,0	6,2	0,40	1,00	0,60	1,50	0,09	0,91	57	-32	198	0,15	0,85	85	-30	319	0,30	0,70	126	52	583	0,45	0,55	139	247	791	0,60	137	-816					
	18,0	6,2	0,50	1,10	0,60	1,20	0,09	1,01	85	23	217	0,15	0,95	130	61	350	0,30	0,80	206	234	646	0,45	0,65	245	520	885	0,60	267	-1.021					
	18,0	6,2	0,60	1,20	0,60	1,00	0,09	1,11	124	78	236	0,15	1,05	191	152	382	0,30	0,90	317	416	708	0,45	0,75	400	794	980	0,60	462	-1.225					
	18,0	6,2	0,70	1,40	0,70	1,00	0,11	1,30	229	105	321	0,18	1,23	354	207	520	0,35	1,05	588	567	964	0,53	0,88	742	1.080	1.333	0,70	855	-1.667					
	18,0	6,2	0,80	1,50	0,70	0,88	0,11	1,40	307	169	343	0,18	1,33	480	313	556	0,35	1,15	822	779	1.037	0,53	0,98	1.072	1.399	1.443	0,70	1.277	-1.905					
	18,0	8,2	0,70	1,25	0,55	0,79	0,08	1,17	161	118	267	0,14	1,11	255	216	434	0,28	0,98	446	523	815	0,41	0,84	596	922	1.141	0,55	725	-1.412					
	18,0	8,2	0,80	1,30	0,50	0,63	0,08	1,23	193	166	252	0,13	1,18	309	292	411	0,25	1,05	564	660	777	0,38	0,93	783	1.104	1.098	0,50	984	-1.468					
	18,0	8,2	1,00	1,50	0,50	0,50	0,08	1,43	345	250	290	0,13	1,38	559	432	475	0,25	1,25	1.051	939	904	0,38	1,13	1.497	1.523	1.289	0,50	1.921	-1.834					
C	18,0	9,2	0,45	1,05	0,60	1,33	0,09	0,96	80	-22	272	0,15	0,90	121	-14	440	0,30	0,75	186	83	809	0,45	0,60	214	291	1.106	0,60	223	-1.052					
B	18,0	9,2	0,70	1,20	0,50	0,71	0,08	1,13	147	120	258	0,13	1,08	233	216	421	0,25	0,95	417	509	792	0,38	0,82	566	879	1.114	0,50	699	-1.363					
A	18,0	9,2	1,00	1,40	0,40	0,40	0,06	1,34	276	223	240	0,10	1,30	451	382	394	0,20	1,20	865	814	757	0,30	1,10	1.254	1.295	1.088	0,40	1.631	-1.558					
	20,0	8,2	0,60	1,30	0,70	1,17	0,11	1,20	141	23	267	0,18	1,13	214	63	432	0,35	0,95	342	246	797	0,53	0,78	412	550	1.095	0,70	453	-1.202					
	20,0	8,2	0,70	1,35	0,65	0,93	0,10	1,25	168	84	257	0,16	1,19	262	161	416	0,33	1,03	442	426	775	0,49	0,86	569	795	1.076	0,65	668	-1.302					
	20,0	8,2	0,80	1,40	0,60	0,75	0,09	1,31	199	136	245	0,15	1,25	315	244	398	0,30	1,10	557	576	748	0,45	0,95	751	998	1.048	0,60	921	-1.373					
	20,0	8,2	0,90	1,50	0,60	0,67	0,09	1,41	265	177	262	0,15	1,35	423	313	427	0,30	1,20	765	715	804	0,45	1,05	1.051	1.205	1.133	0,60	1.311	-1.545					
C	20,0	10,2	0,50	1,15	0,65	1,30	0,10	1,05	94	-15	261	0,16	0,99	141	-4	422	0,33	0,83	219	98	776	0,49	0,66	254	305	1.063	0,65	268	-1.024					
B	20,0	10,2	0,80	1,35	0,55	0,69	0,08	1,27	191	129	258	0,14	1,21	304	230	421	0,28	1,08	547	536	793	0,41	0,94	748	917	1.118	0,55	929	-1.386					
	20,0	10,2	0,90	1,45	0,55	0,61	0,08	1,37	257	166	277	0,14	1,31	412	292	452	0,28	1,18	754	659	856	0,41	1,04	1.050	1.102	1.212	0,55	1.323	-1.560					
	20,0	10,2	1,00	1,55	0,55	0,55	0,08	1,47	337	203	296	0,14	1,41	544	354	484	0,28	1,28	1.010	783	920	0,41	1,14	1.425	1.288	1.307	0,55	1.815	-1.733					
A	20,0	10,2	1,10	1,55	0,45	0,41	0,07	1,48	335	222	242	0,11	1,44	548	379	397	0,23	1,33	1.050	809	761	0,34	1,21	1.521	1.290	1.093	0,45	1.976	-1.560					
A	20,0	10,2	1,25	1,75	0,50	0,40	0,08	1,68	544	283	303	0,13	1,63	890	484	498	0,25	1,50	1.708	1.030	955	0,38	1,38	2.477	1.639	1.373	0,50	3.222	-1.969					

SPRĘŻYNY DYSKOWE (TALERZOWE) W/G DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093)

Seria w/g DIN	WYMIARY						SIŁA, UGIĘCIE I NAPRĘŻENIA WYLICZONE PRZY E = 206 kMPa i μ = 0,3																										
							Obciążenie wstępne, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o						
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	F	σ _{OM}				
C	22,5	11,2	0,60	1,40	0,80	1,33	0,12	1,28	160	-23	302	0,20	1,20	240	-14	488	0,40	1,00	370	98	897	0,60	0,80	426	336	1.227	0,80	444	-1.178				
B	22,5	11,2	0,80	1,45	0,65	0,81	0,10	1,35	195	93	253	0,16	1,29	306	171	412	0,33	1,13	533	425	771	0,49	0,96	707	762	1.079	0,65	855	-1.276				
A	22,5	11,2	1,25	1,75	0,50	0,40	0,08	1,68	424	224	234	0,13	1,63	693	383	384	0,25	1,50	1.330	815	737	0,38	1,37	1.929	1.296	1.059	0,50	2.509	-1.534				
	23,0	8,2	0,70	1,50	0,80	1,14	0,12	1,38	183	37	245	0,20	1,30	279	87	397	0,40	1,10	448	295	733	0,60	0,90	544	626	1.007	0,80	602	-1.173				
	23,0	8,2	0,80	1,55	0,75	0,94	0,11	1,44	214	92	237	0,19	1,36	332	175	384	0,38	1,18	560	457	714	0,56	0,99	719	846	991	0,75	842	-1.257				
	23,0	8,2	0,90	1,70	0,80	0,89	0,12	1,58	311	125	277	0,20	1,50	486	233	449	0,40	1,30	829	589	837	0,60	1,10	1.078	1.066	1.164	0,80	1.279	-1.508				
	23,0	8,2	1,00	1,70	0,70	0,70	0,11	1,60	319	178	241	0,18	1,53	507	315	393	0,35	1,35	909	723	738	0,53	1,18	1.240	1.225	1.037	0,70	1.536	-1.466				
	23,0	10,2	0,90	1,65	0,75	0,83	0,11	1,54	295	115	289	0,19	1,46	463	213	469	0,38	1,28	802	531	877	0,56	1,09	1.058	953	1.225	0,75	1.273	-1.500				
	23,0	10,2	1,00	1,70	0,70	0,70	0,11	1,60	339	158	277	0,18	1,53	538	282	451	0,35	1,35	964	655	849	0,53	1,18	1.315	1.119	1.195	0,70	1.629	-1.556				
	23,0	12,2	1,25	1,85	0,60	0,48	0,09	1,76	532	231	304	0,15	1,70	863	399	497	0,30	1,55	1.630	868	949	0,45	1,40	2.331	1.404	1.356	0,60	3.000	-1.834				
	23,0	12,2	1,50	2,10	0,60	0,40	0,09	2,01	875	308	344	0,15	1,95	1.432	527	565	0,30	1,80	2.748	1.124	1.085	0,45	1,65	3.986	1.788	1.560	0,60	5.184	-2.200				
C	25,0	12,2	0,70	1,60	0,90	1,29	0,14	1,47	219	-13	309	0,23	1,38	331	4	499	0,45	1,15	515	136	919	0,68	0,92	600	396	1.259	0,90	635	-1.238				
B	25,0	12,2	0,90	1,60	0,70	0,78	0,11	1,50	233	99	239	0,18	1,43	367	181	389	0,35	1,25	644	440	730	0,53	1,07	862	776	1.023	0,70	1.050	-1.238				
	25,0	12,2	1,00	1,80	0,80	0,80	0,12	1,68	371	120	308	0,20	1,60	585	220	500	0,40	1,40	1.021	542	938	0,60	1,20	1.359	965	1.313	0,80	1.647	-1.573				
	25,0	12,2	1,25	1,95	0,70	0,56	0,11	1,85	526	205	291	0,18	1,78	848	357	475	0,35	1,60	1.573	792	902	0,53	1,43	2.214	1.305	1.281	0,70	2.814	-1.720				
A	25,0	12,2	1,50	2,05	0,55	0,37	0,08	1,97	634	249	239	0,14	1,91	1.040	425	393	0,28	1,78	2.007	898	757	0,41	1,64	2.926	1.419	1.091	0,55	3.821	-1.622				
	28,0	10,2	0,80	1,75	0,95	1,19	0,14	1,61	229	23	232	0,24	1,51	348	62	375	0,48	1,28	553	239	692	0,71	1,04	662	532	950	0,95	723	-1.078				
	28,0	10,2	1,00	2,00	1,00	1,00	0,15	1,85	398	84	278	0,25	1,75	615	165	451	0,50	1,50	1.022	459	837	0,75	1,25	1.289	880	1.158	1,00	1.486	-1.419				
	28,0	10,2	1,25	2,25	1,00	0,80	0,15	2,10	654	176	312	0,25	2,00	1.030	319	507	0,50	1,75	1.799	765	949	0,75	1,50	2.394	1.340	1.326	1,00	2.902	-1.774				
	28,0	10,2	1,50	2,20	0,70	0,47	0,11	2,10	617	247	211	0,18	2,03	1.003	424	346	0,35	1,85	1.899	911	660	0,53	1,68	2.723	1.461	943	0,70	3.511	-1.490				
	28,0	12,2	1,00	1,95	0,95	0,95	0,14	1,81	380	80	288	0,24	1,71	590	156	467	0,48	1,48	992	425	870	0,71	1,24	1.268	807	1.208	0,95	1.482	-1.415				
	28,0	12,2	1,25	2,10	0,85	0,68	0,13	1,97	530	169	277	0,21	1,89	844	300	451	0,43	1,68	1.519	691	849	0,64	1,46	2.083	1.172	1.196	0,85	2.590	-1.583				
	28,0	12,2	1,50	2,25	0,75	0,50	0,11	2,14	709	235	261	0,19	2,06	1.149	406	426	0,38	1,88	2.159	883	812	0,56	1,69	3.077	1.431	1.157	0,75	3.949	-1.676				
C	28,0	14,2	0,80	1,80	1,00	1,25	0,15	1,65	287	-7	319	0,25	1,55	435	13	515	0,50	1,30	681	154	950	0,75	1,05	801	422	1.304	1,00	859	-1.282				
B	28,0	14,2	1,00	1,80	0,80	0,80	0,12	1,68	303	94	254	0,20	1,60	476	174	414	0,40	1,40	832	429	776	0,60	1,20	1.107	765	1.086	0,80	1.342	-1.282				
	28,0	14,2	1,25	2,10	0,85	0,68	0,13	1,97	570	161	315	0,21	1,89	907	287	513	0,43	1,68	1.634	667	968	0,64	1,46	2.240	1.138	1.365	0,85	2.785	-1.702				
A	28,0	14,2	1,50	2,15	0,65	0,43	0,10	2,05	633	216	246	0,16	1,99	1.033	371	403	0,33	1,83	1.970	795	772	0,49	1,66	2.841	1.274	1.106	0,65	3.680	-1.562				
	31,5	12,2	1,00	2,10	1,10	1,10	0,17	1,94	383	44	264	0,28	1,83	587	98	426	0,55	1,55	951	316	788	0,83	1,28	1.167	656	1.086	1,10	1.309	-1.249				
C	31,5	16,3	0,80	1,85	1,05	1,31	0,16	1,69	255	-19	278	0,26	1,59	384	-9	448	0,53	1,33	594	94	825	0,79	1,06	687	308	1.130	1,05	722	-1.077				
B	31,5	16,3	1,25	2,15	0,90	0,72	0,14	2,02	498	124	275	0,23	1,93	791	224	449	0,45	1,70	1.409	530	844	0,68	1,47	1.913	917	1.187	0,90	2.359	-1.442				
	31,5	16,3	1,50	2,40	0,90	0,60	0,14	2,27	785	186	307	0,23	2,18	1.260	326	501	0,45	1,95	2.314	734	950	0,68	1,73	3.230	1.223	1.346	0,90	4.077	-1.730				
A	31,5	16,3	1,75	2,45	0,70	0,40	0,11	2,35	850	223	243	0,18	2,28	1.391	382	399	0,35	2,10	2.669	814	766	0,53	1,92	3.871	1.296	1.102	0,70	5.036	-1.570				
	31,5	16,3	2,00	2,75	0,75	0,38	0,11	2,64	1.342	282	292	0,19	2,56	2.199	481	480	0,38	2,38	4.239	1.020	924	0,56	2,19	6.173	1.615	1.331	0,75	8.054	-1.923				
	34,0	12,3	1,00	2,20	1,20	1,20	0,18	2,02	386	22	249	0,30	1,90	587	63	403	0,60	1,60	930	250	742	0,90	1,30	1.110	563	1.018	1,20	1.208	-1.153				
	34,0	12,3	1,25	2,45	1,20	0,96	0,18	2,27	610	98	276	0,30	2,15	946	188	448	0,60	1,85	1.587	500	833	0,90	1,55	2.024	938	1.154	1,20	2.359	-1.442				
	34,0	12,3	1,50	2,70	1,20	0,80	0,18	2,52	919	173	304	0,30	2,40	1.447	313	493	0,60	2,10	2.527	750	923	0,90	1,80	3.363	1.313	1.290	1,20	4.076	-1.730				
	34,0	14,3	1,25	2,40	1,15	0,92	0,17	2,23	586	93	284	0,29	2,11	913	177	461	0,58	1,83	1.546	466	858	0,86	1,54	1.993	868	1.193	1,15	2.347	-1.435				
	34,0	14,3	1,50	2,55	1,05	0,70	0,16	2,39	770	167	274	0,26	2,29	1.224	297	447	0,53	2,03	2.192	687	841	0,79	1,76	2.990	1.172	1.183	1,05	3.704	-1.572				
	34,0	16,3	1,50	2,55	1,05	0,70	0,16	2,39	812	158	304	0,26	2,29	1.291	283	495	0,53	2,03	2.313	660	933	0,79	1,76	3.155	1.131	1.313	1,05	3.908	-1.658				
	34,0	16,3	2,00	2,85	0,85	0,43	0,13	2,72	1.284	260	274	0,21	2,64	2.097	445	449	0,43	2,43	4.003	952	86												

SPRĘŻYNY DYSKOWE (TALERZOWE) W/G DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093)

Seria w/g DIN	WYMIARY						SIŁA, UGIĘCIE I NAPRĘŻENIA WYLICZONE PRZY E = 206 kMPa i μ = 0,3																											
							Obciążenie wstępne, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o							
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	F	σ _{OM}					
C	35,5	18,3	0,90	2,05	1,15	1,28	0,17	1,88	303	-12	264	0,29	1,76	458	2	427	0,58	1,48	712	108	786	0,86	1,19	832	320	1.078	1,15	884	-1.042					
B	35,5	18,3	1,25	2,25	1,00	0,80	0,15	2,10	464	91	251	0,25	2,00	731	168	409	0,50	1,75	1.277	416	766	0,75	1,50	1.699	743	1.073	1,00	2.059	-1.258					
A	35,5	18,3	2,00	2,80	0,80	0,40	0,12	2,68	1.139	230	249	0,20	2,60	1.864	393	409	0,40	2,40	3.576	837	785	0,60	2,20	5.187	1.332	1.128	0,80	6.747	-1.611					
	40,0	14,3	1,25	2,65	1,40	1,12	0,21	2,44	591	44	251	0,35	2,30	904	98	406	0,70	1,95	1.459	319	750	1,05	1,60	1.780	664	1.033	1,40	1.984	-1.213					
	40,0	14,3	1,50	2,80	1,30	0,87	0,20	2,61	760	118	245	0,33	2,48	1.188	218	398	0,65	2,15	2.040	542	743	0,98	1,83	2.668	973	1.034	1,30	3.184	-1.351					
	40,0	14,3	2,00	3,05	1,05	0,53	0,16	2,89	1.112	227	214	0,26	2,79	1.800	393	349	0,53	2,53	3.363	855	664	0,79	2,26	4.769	1.387	943	1,05	6.096	-1.455					
	40,0	16,3	1,50	2,80	1,30	0,87	0,20	2,61	783	107	265	0,33	2,48	1.224	199	430	0,65	2,15	2.102	503	802	0,98	1,83	2.749	911	1.118	1,30	3.281	-1.392					
	40,0	16,3	2,00	3,10	1,10	0,55	0,17	2,94	1.222	216	246	0,28	2,83	1.972	375	402	0,55	2,55	3.663	825	764	0,83	2,28	5.169	1.349	1.084	1,10	6.580	-1.571					
	40,0	18,3	2,00	3,15	1,15	0,58	0,17	2,98	1.355	209	285	0,29	2,86	2.182	365	466	0,58	2,58	4.030	810	883	0,86	2,29	5.656	1.338	1.252	1,15	7.171	-1.712					
C	40,0	20,4	1,00	2,30	1,30	1,30	0,20	2,11	375	-15	261	0,33	1,98	565	-4	422	0,65	1,65	876	98	776	0,98	1,32	1.017	305	1.063	1,30	1.072	-1.024					
B	40,0	20,4	1,50	2,65	1,15	0,77	0,17	2,48	702	108	265	0,29	2,36	1.109	196	431	0,58	2,08	1.953	474	810	0,86	1,79	2.621	835	1.136	1,15	3.201	-1.359					
	40,0	20,4	2,00	3,10	1,10	0,55	0,17	2,94	1.348	203	296	0,28	2,83	2.175	354	484	0,55	2,55	4.041	783	920	0,83	2,28	5.701	1.288	1.307	1,10	7.258	-1.733					
A	40,0	20,4	2,25	3,15	0,90	0,40	0,14	3,02	1.428	229	246	0,23	2,93	2.336	392	403	0,45	2,70	4.481	835	774	0,68	2,47	6.500	1.328	1.112	0,90	8.456	-1.595					
	40,0	20,4	2,50	3,45	0,95	0,38	0,14	3,31	2.045	275	284	0,24	3,21	3.351	470	466	0,48	2,98	6.453	997	896	0,71	2,74	9.390	1.579	1.290	0,95	12.243	-1.871					
C	45,0	22,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	689	-13	307	0,40	2,45	1.041	4	497	0,80	2,05	1.620	134	914	1,20	1,65	1.891	389	1.253	1,60	2.007	-1.227					
B	45,0	22,4	1,75	3,05	1,30	0,74	0,20	2,86	963	119	266	0,33	2,73	1.524	214	433	0,65	2,40	2.701	512	814	0,98	2,07	3.646	892	1.144	1,30	4.475	-1.396					
A	45,0	22,4	2,50	3,50	1,00	0,40	0,15	3,35	1.695	224	234	0,25	3,25	2.773	383	384	0,50	3,00	5.320	815	737	0,75	2,75	7.716	1.296	1.059	1,00	10.037	-1.534					
	45,0	24,4	2,25	3,40	1,15	0,51	0,17	3,23	1.610	200	287	0,29	3,11	2.607	346	469	0,58	2,83	4.887	759	893	0,86	2,54	6.949	1.239	1.273	1,15	8.902	-1.679					
	50,0	18,4	1,50	3,15	1,65	1,10	0,25	2,90	761	42	229	0,41	2,74	1.166	93	370	0,83	2,33	1.890	294	684	1,24	1,91	2.319	605	942	1,65	2.600	-1.104					
	50,0	18,4	2,00	3,65	1,65	0,83	0,25	3,40	1.419	137	263	0,41	3,24	2.229	251	428	0,83	2,83	3.868	610	800	1,24	2,41	5.114	1.079	1.116	1,65	6.163	-1.471					
	50,0	18,4	2,50	4,15	1,65	0,66	0,25	3,90	2.424	232	298	0,41	3,74	3.870	409	486	0,83	3,33	7.002	926	916	1,24	2,91	9.643	1.552	1.291	1,65	12.038	-1.839					
	50,0	20,4	2,00	3,50	1,50	0,75	0,23	3,28	1.243	136	244	0,38	3,13	1.966	244	397	0,75	2,75	3.478	578	745	1,13	2,38	4.687	1.000	1.045	1,50	5.745	-1.371					
	50,0	20,4	2,50	3,85	1,35	0,54	0,20	3,65	1.862	215	240	0,34	3,51	3.008	373	393	0,68	3,18	5.601	817	746	1,01	2,84	7.919	1.334	1.060	1,35	10.098	-1.543					
	50,0	22,4	2,00	3,60	1,60	0,80	0,24	3,36	1.427	125	286	0,40	3,20	2.247	228	466	0,80	2,80	3.924	556	872	1,20	2,40	5.222	985	1.220	1,60	6.329	-1.511					
	50,0	22,4	2,50	3,90	1,40	0,56	0,21	3,69	2.023	209	270	0,35	3,55	3.261	364	442	0,70	3,20	6.044	806	838	1,05	2,85	8.510	1.324	1.190	1,40	10.817	-1.653					
C	50,0	25,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	565	-11	254	0,40	2,45	854	2	410	0,80	2,05	1.328	106	755	1,20	1,65	1.550	312	1.035	1,60	1.646	-1.006					
	50,0	25,4	1,50	3,10	1,60	1,07	0,24	2,86	808	32	276	0,40	2,70	1.242	74	447	0,80	2,30	2.028	250	828	1,20	1,90	2.512	528	1.145	1,60	2.844	-1.207					
B	50,0	25,4	2,00	3,40	1,40	0,70	0,21	3,19	1.226	128	264	0,35	3,05	1.949	230	430	0,70	2,70	3.491	537	810	1,05	2,35	4.762	923	1.140	1,40	5.898	-1.408					
	50,0	25,4	2,25	3,75	1,50	0,67	0,23	3,53	1.821	165	312	0,38	3,38	2.905	292	508	0,75	3,00	5.249	675	959	1,13	2,63	7.217	1.147	1.353	1,50	8.997	-1.697					
	50,0	25,4	2,50	3,90	1,40	0,56	0,21	3,69	2.154	204	302	0,35	3,55	3.473	355	494	0,70	3,20	6.437	789	938	1,05	2,85	9.063	1.301	1.332	1,40	11.519	-1.760					
A	50,0	25,4	3,00	4,10	1,10	0,37	0,17	3,94	2.594	249	249	0,28	3,83	4.255	424	409	0,55	3,55	8.214	897	787	0,83	3,27	11.976	1.418	1.135	1,10	15.640	-1.659					
C	56,0	28,5	1,50	3,45	1,95	1,30	0,29	3,16	966	-17	299	0,49	2,96	1.458	-4	483	0,98	2,48	2.259	112	889	1,46	1,99	2.622	350	1.218	1,95	2.766	-1.174					
B	56,0	28,5	2,00	3,60	1,60	0,80	0,24	3,36	1.213	94	255	0,40	3,20	1.910	173	415	0,80	2,80	3.335	428	778	1,20	2,40	4.438	765	1.090	1,60	5.379	-1.284					
A	56,0	28,5	3,00	4,30	1,30	0,43	0,20	4,11	2.539	216	247	0,33	3,98	4.142	371	404	0,65	3,65	7.895	795	775	0,98	3,32	11.388	1.274	1.110	1,30	14.752	-1.565					
	60,0	20,5	2,00	4,20	2,20	1,10	0,33	3,87	1.650	58	272	0,55	3,65	2.528	125	440	1,10	3,10	4.097	386	812	1,65	2,55	5.026	784	1.119	2,20	5.636	-1.346					
	60,0	20,5	2,50	4,70	2,20	0,88	0,33	4,37	2.657	149	303	0,55	4,15	4.151	276	491	1,10	3,60	7.102	688	916	1,65	3,05	9.255	1.237	1.273	2,20	11.008	-1.682					
	60,0	25,5	2,50	4,40	1,90	0,76	0,29	4,12	2.181	143	277	0,48	3,93	3.447	259	451	0,95	3,45	6.081	616	847	1,43	2,98	8.175	1.072	1.187	1,90	9.997	-1.527					
	60,0	25,5	3,00	4,65	1,65	0,55	0,25	4,40	2.786																									

SPRĘŻYNY DYSKOWE (TALERZOWE) W/G DIN EN 16983 (wcześniej DIN 2093)

Seria w/g DIN	WYMIARY						SIŁA, UGIĘCIE I NAPRĘŻENIA WYLICZONE PRZY E = 206 kMPa i $\mu = 0,3$																										
							Obciążenie wstępne, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o						
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	l _t	F	σ _{II}	σ _{III}	s	F	σ _{OM}				
C	63,0	31,0	1,80	4,15	2,35	1,31	0,35	3,80	1.566	-19	332	0,59	3,56	2.364	-4	536	1,18	2,98	3.658	130	986	1,76	2,39	4.238	402	1.351	2,35	4.463	-1.315				
B	63,0	31,0	2,50	4,25	1,75	0,70	0,26	3,99	1.850	127	252	0,44	3,81	2.942	227	410	0,88	3,38	5.270	531	773	1,31	2,94	7.189	912	1.088	1,75	8.904	-1.360				
A	63,0	31,0	3,00	4,70	1,70	0,57	0,26	4,45	2.808	186	270	0,43	4,28	4.524	324	441	0,85	3,85	8.373	721	838	1,28	3,43	11.772	1.190	1.189	1,70	14.946	-1.586				
	63,0	31,0	3,50	4,90	1,40	0,40	0,21	4,69	3.301	224	231	0,35	4,55	5.399	383	380	0,70	4,20	10.359	815	729	1,05	3,85	15.025	1.296	1.047	1,40	19.545	-1.524				
	70,0	30,5	2,50	4,90	2,40	0,96	0,36	4,54	2.421	78	293	0,60	4,30	3.755	153	475	1,20	3,70	6.297	422	883	1,80	3,10	8.031	806	1.225	2,40	9.360	-1.430				
	70,0	30,5	3,00	5,10	2,10	0,70	0,32	4,79	2.941	155	266	0,53	4,58	4.676	276	433	1,05	4,05	8.376	640	814	1,58	3,53	11.426	1.093	1.145	2,10	14.152	-1.502				
	70,0	35,5	3,00	5,10	2,10	0,70	0,32	4,79	3.162	147	302	0,53	4,58	5.028	264	493	1,05	4,05	9.007	617	928	1,58	3,53	12.287	1.060	1.307	2,10	15.218	-1.615				
	70,0	35,5	4,00	5,80	1,80	0,45	0,27	5,53	5.376	250	294	0,45	5,35	8.757	430	482	0,90	4,90	16.634	925	921	1,35	4,45	23.923	1.486	1.319	1,80	30.919	-1.845				
C	71,0	36,0	2,00	4,60	2,60	1,30	0,39	4,21	1.895	-19	330	0,65	3,95	2.861	-5	532	1,30	3,30	4.432	125	980	1,95	2,65	5.144	388	1.342	2,60	5.426	-1.295				
B	71,0	36,0	2,50	4,50	2,00	0,80	0,30	4,20	1.838	92	247	0,50	4,00	2.894	169	402	1,00	3,50	5.054	417	754	1,50	3,00	6.725	744	1.055	2,00	8.152	-1.246				
A	71,0	36,0	4,00	5,60	1,60	0,40	0,24	5,36	4.511	230	245	0,40	5,20	7.379	393	402	0,80	4,80	14.157	837	772	1,20	4,40	20.535	1.332	1.109	1,60	26.712	-1.594				
C	80,0	41,0	2,25	5,20	2,95	1,31	0,44	4,76	2.452	-22	337	0,74	4,46	3.698	-9	544	1,48	3,73	5.715	117	1.000	2,21	2,99	6.613	379	1.370	2,95	6.950	-1.311				
B	80,0	41,0	3,00	5,30	2,30	0,77	0,35	4,96	2.817	107	267	0,58	4,73	4.450	196	434	1,15	4,15	7.838	474	814	1,73	3,57	10.518	835	1.142	2,30	12.844	-1.363				
	80,0	41,0	4,00	6,20	2,20	0,55	0,33	5,87	5.407	203	298	0,55	5,65	8.726	354	486	1,10	5,10	16.213	783	924	1,65	4,55	22.874	1.288	1.314	2,20	29.122	-1.738				
A	80,0	41,0	5,00	6,70	1,70	0,34	0,26	6,45	7.192	258	248	0,43	6,28	11.821	439	407	0,85	5,85	22.928	924	786	1,28	5,42	33.559	1.453	1.135	1,70	43.952	-1.679				
C	90,0	46,0	2,50	5,70	3,20	1,28	0,48	5,22	2.800	-14	315	0,80	4,90	4.232	2	509	1,60	4,10	6.585	130	938	2,40	3,30	7.684	385	1.286	3,20	8.157	-1.246				
B	90,0	46,0	3,50	6,00	2,50	0,71	0,38	5,63	3.675	120	258	0,63	5,38	5.836	216	421	1,25	4,75	10.416	509	792	1,88	4,12	14.161	879	1.114	2,50	17.487	-1.363				
A	90,0	46,0	5,00	7,00	2,00	0,40	0,30	6,70	6.888	223	240	0,50	6,50	11.267	382	394	1,00	6,00	21.617	814	757	1,50	5,50	31.354	1.295	1.088	2,00	40.786	-1.558				
	100,0	41,0	4,00	7,20	3,20	0,80	0,48	6,72	5.535	131	269	0,80	6,40	8.714	238	437	1,60	5,60	15.219	577	818	2,40	4,80	20.251	1.017	1.144	3,20	24.547	-1.465				
	100,0	41,0	5,00	7,75	2,75	0,55	0,41	7,34	7.650	216	247	0,69	7,06	12.345	374	404	1,38	6,38	22.937	823	767	2,06	5,69	32.361	1.346	1.089	2,75	41.201	-1.574				
C	100,0	51,0	2,70	6,20	3,50	1,30	0,53	5,68	3.165	-17	303	0,88	5,33	4.779	-3	490	1,75	4,45	7.410	116	902	2,63	3,57	8.609	357	1.235	3,50	9.091	-1.191				
B	100,0	51,0	3,50	6,30	2,80	0,80	0,42	5,88	3.572	91	246	0,70	5,60	5.624	167	399	1,40	4,90	9.823	411	749	2,10	4,20	13.070	734	1.049	2,80	15.843	-1.235				
	100,0	51,0	4,00	7,00	3,00	0,75	0,45	6,55	5.482	124	292	0,75	6,25	8.673	225	476	1,50	5,50	15.341	540	894	2,25	4,75	20.674	944	1.255	3,00	25.338	-1.512				
	100,0	51,0	5,00	7,80	2,80	0,56	0,42	7,38	8.637	204	303	0,70	7,10	13.924	355	496	1,40	6,40	25.810	789	942	2,10	5,70	36.339	1.301	1.337	2,80	46.189	-1.764				
A	100,0	51,0	6,00	8,20	2,20	0,37	0,33	7,87	10.401	249	250	0,55	7,65	17.061	424	411	1,10	7,10	32.937	897	790	1,65	6,55	48.022	1.418	1.139	2,20	62.711	-1.663				
C	112,0	57,0	3,00	6,90	3,90	1,30	0,59	6,32	3.865	-17	299	0,98	5,93	5.834	-4	483	1,95	4,95	9.038	112	889	2,93	3,97	10.489	350	1.218	3,90	11.064	-1.174				
B	112,0	57,0	4,00	7,20	3,20	0,80	0,48	6,72	4.852	94	255	0,80	6,40	7.639	173	415	1,60	5,60	13.341	428	778	2,40	4,80	17.752	765	1.090	3,20	21.518	-1.284				
A	112,0	57,0	6,00	8,50	2,50	0,42	0,38	8,13	9.672	212	234	0,63	7,88	15.800	363	384	1,25	7,25	30.215	777	737	1,88	6,62	43.707	1.239	1.058	2,50	56.737	-1.505				
C	125,0	64,0	3,50	8,00	4,50	1,29	0,68	7,33	5.635	-16	323	1,13	6,88	8.514	0	522	2,25	5,75	13.231	129	961	3,38	4,62	15.416	388	1.318	4,50	16.335	-1.273				
B	125,0	64,0	5,00	8,50	3,50	0,70	0,53	7,98	7.697	128	266	0,88	7,63	12.238	229	433	1,75	6,75	21.924	537	816	2,63	5,87	29.908	923	1.149	3,50	37.041	-1.415				
C	140,0	72,0	3,80	8,70	4,90	1,29	0,74	7,97	6.299	-16	306	1,23	7,48	9.514	-2	495	2,45	6,25	14.773	119	911	3,68	5,02	17.195	362	1.249	4,90	18.199	-1.203				
B	140,0	72,0	5,00	9,00	4,00	0,80	0,60	8,40	7.631	94	258	1,00	8,00	12.014	173	419	2,00	7,00	20.982	428	787	3,00	6,00	27.920	764	1.101	4,00	33.843	-1.293				
C	160,0	82,0	4,30	9,90	5,60	1,30	0,84	9,06	8.058	-18	304	1,40	8,50	12.162	-6	491	2,80	7,10	18.832	111	904	4,20	5,70	21.843	350	1.238	5,60	23.022	-1.189				
B	160,0	82,0	6,00	10,50	4,50	0,75	0,68	9,83	10.873	109	258	1,13	9,38	17.203	197	420	2,25	8,25	30.431	474	790	3,38	7,12	41.008	830	1.109	4,50	50.260	-1.333				
C	180,0	92,0	4,80	11,00	6,20	1,29	0,93	10,07	9.698	-15	295	1,55	9,45	14.646	-2	476	3,10	7,90	22.731	115	877	4,65	6,35	26.442	350	1.201	6,20	27.966	-1.159				
B	180,0	92,0	6,00	11,10	5,10	0,85	0,77	10,34	10.568	77	244	1,28	9,83	16.558	144	396	2,55	8,55	28.552	368	742	3,83	7,27	37.502	672	1.035	5,10	44.930	-1.192				
C	200,0	102,0	5,50	12,50	7,00	1,27	1,05	11,45	13.104	-12	306	1,75	10,75	19.817	5	494	3,50	9,00	30.882	131	910	5,25	7,25	36.111	381	1.247	7,00	38.423	-1.213				

SPRĘŻYNY Dyskowe (Talerzowe) ze Stali Nierdzewnej

ABY ZAMÓWIĆ: Kod produktu / De x Di x t / Kod materiału / Kod wykończenia
PRZYKŁADOWO: DSC 25 x 12,2 x 0,9 DK

MATERIAŁ STANDARTOWY	
D	Stal nierdzewna austenityczna
WYKOŃCZENIE STANDARTOWE	
K	Naturalne

WYMIARY						SIŁA, UGIĘCIE I NAPRĘŻENIA WYLICZONE PRZY $E = 190 \text{ kMPa}$ i $\mu = 0,3$																						
						Obciążenie wstępne, $s = 0,15 h_0$					$s = 0,25 h_0$					$s = 0,5 h_0$					$s = 0,75 h_0$					$s = h_0$		
D_e	D_l	t	l_0	h_0	h_0/t	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
8,0	4,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,03	0,57	45	183	247	0,05	0,55	72	317	405	0,10	0,50	136	691	772	0,15	0,45	193	1.124	1.102	0,20	248	-1.480
10,0	5,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,05	0,66	51	114	275	0,08	0,63	81	207	448	0,15	0,55	143	497	841	0,23	0,48	193	870	1.181	0,30	237	-1.412
10,0	5,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,04	0,71	69	183	245	0,06	0,69	112	317	401	0,13	0,63	211	691	764	0,19	0,56	300	1.123	1.090	0,25	385	-1.471
12,5	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	70	119	238	0,09	0,76	111	213	387	0,18	0,68	198	497	730	0,26	0,59	271	853	1.027	0,35	335	-1.281
12,5	6,2	0,70	1,00	0,30	0,43	0,05	0,96	135	217	239	0,08	0,93	221	372	392	0,15	0,85	421	797	750	0,23	0,78	608	1.275	1.076	0,30	789	-1.537
14,0	7,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	70	87	238	0,10	0,80	111	160	387	0,20	0,70	194	395	725	0,30	0,60	258	705	1.016	0,40	312	-1.192
14,0	7,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	160	211	217	0,08	1,03	262	360	356	0,15	0,95	505	762	686	0,23	0,88	735	1.206	988	0,30	959	-1.431
16,0	8,2	0,40	0,90	0,50	1,25	0,08	0,83	51	-6	228	0,13	0,78	77	9	368	0,25	0,65	121	108	678	0,38	0,53	142	297	930	0,50	153	-911
16,0	8,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,07	0,98	100	101	238	0,11	0,94	159	182	388	0,23	0,83	281	437	728	0,34	0,71	378	765	1.023	0,45	464	-1.230
16,0	8,2	0,90	1,25	0,35	0,39	0,05	1,20	204	208	220	0,09	1,16	334	356	360	0,18	1,08	643	756	693	0,26	0,99	934	1.200	996	0,35	1.217	-1.435
18,0	9,2	0,45	1,05	0,60	1,33	0,09	0,96	74	-20	251	0,15	0,90	111	-13	406	0,30	0,75	171	77	746	0,45	0,60	197	269	1.020	0,60	206	-970
18,0	9,2	0,70	1,20	0,50	0,71	0,08	1,13	136	111	238	0,13	1,08	215	199	388	0,25	0,95	384	469	730	0,38	0,32	522	811	1.028	0,50	645	-1.257
18,0	9,2	1,00	1,40	0,40	0,40	0,06	1,34	254	206	222	0,10	1,30	416	353	363	0,20	1,20	798	751	698	0,30	0,47	1.157	1.195	1.003	0,40	1.505	-1.437
20,0	10,2	0,50	1,15	0,65	1,30	0,10	1,05	86	-14	241	0,16	0,99	130	-4	389	0,33	0,83	202	90	716	0,49	0,66	234	281	981	0,65	247	-944
20,0	10,2	0,80	1,35	0,55	0,69	0,08	1,27	176	119	238	0,14	1,21	281	212	388	0,28	1,08	504	494	732	0,41	0,94	690	846	1.031	0,55	857	-1.279
20,0	10,2	1,10	1,55	0,45	0,41	0,07	1,48	309	204	223	0,11	1,44	506	350	366	0,23	1,33	968	746	702	0,34	1,21	1.403	1.190	1.008	0,45	1.823	-1.438
22,5	11,2	0,60	1,40	0,80	1,33	0,12	1,28	147	-21	279	0,20	1,20	222	-13	450	0,40	1,00	341	91	827	0,60	0,80	392	310	1.132	0,80	410	-1.086
22,5	11,2	0,80	1,45	0,65	0,81	0,10	1,35	180	86	234	0,16	1,29	283	158	380	0,33	1,13	492	392	712	0,49	0,96	653	703	995	0,65	789	-1.177
22,5	11,2	1,25	1,75	0,50	0,40	0,08	1,68	391	206	216	0,13	1,63	639	353	354	0,25	1,50	1.227	751	679	0,38	1,38	1.779	1.195	977	0,50	2.314	-1.414
25,0	12,2	0,70	1,60	0,90	1,29	0,14	1,47	202	-12	285	0,23	1,38	305	3	460	0,45	1,15	475	125	847	0,68	0,93	553	365	1.161	0,90	586	-1.142
25,0	12,2	0,90	1,60	0,70	0,78	0,11	1,50	214	92	221	0,18	1,43	338	167	359	0,35	1,25	594	406	674	0,53	1,08	795	716	944	0,70	969	-1.142
25,0	12,2	1,50	2,05	0,55	0,37	0,08	1,97	585	230	221	0,14	1,91	959	392	363	0,28	1,78	1.851	829	698	0,41	1,64	2.699	1.309	1.006	0,55	3.524	-1.496
28,0	14,2	0,80	1,80	1,00	1,25	0,15	1,65	265	-7	294	0,25	1,55	401	12	475	0,50	1,30	628	142	876	0,75	0,77	739	389	1.203	1,00	792	-1.182
28,0	14,2	1,00	1,80	0,80	0,80	0,12	1,68	279	87	235	0,20	1,60	439	160	382	0,40	1,40	767	395	715	0,60	1,20	1.021	706	1.001	0,80	1.238	-1.182
28,0	14,2	1,50	2,15	0,65	0,43	0,10	2,05	584	199	227	0,16	1,99	953	342	372	0,33	1,83	1.817	734	712	0,49	1,66	2.620	1.175	1.021	0,65	3.394	-1.441
31,5	16,3	0,80	1,85	1,05	1,31	0,16	1,69	235	-17	256	0,26	1,59	354	-8	413	0,53	1,33	548	86	761	0,79	0,87	634	284	1.042	1,05	666	-993
31,5	16,3	1,25	2,15	0,90	0,72	0,14	2,02	459	115	254	0,23	1,93	729	206	414	0,45	1,70	1.300	488	779	0,68	1,48	1.764	846	1.095	0,90	2.176	-1.330
35,5	18,3	0,90	2,05	1,15	1,28	0,17	1,88	279	-11	244	0,29	1,76	422	2	394	0,58	1,48	657	100	725	0,86	1,19	767	295	994	1,15	815	-961
35,5	18,3	1,25	2,25	1,00	0,80	0,15	2,10	428	84	232	0,25	2,00	674	155	377	0,50	1,75	1.177	383	707	0,75	1,50	1.567	685	990	1,00	1.899	-1.161
40,0	20,4	1,00	2,30	1,30	1,30	0,20	2,11	345	-14	241	0,33	1,98	521	-4	389	0,65	1,65	808	90	716	0,98	1,33	938	281	981	1,30	989	-944
40,0	20,4	1,50	2,65	1,15	0,77	0,17	2,48	648	99	245	0,29	2,36	1.023	181	398	0,58	2,08	1.802	437	747	0,86	1,79	2.418	770	1.048	1,15	2.953	-1.253
45,0	22,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	635	-12	284	0,40	2,45	961	4	458	0,80	2,05	1.495	123	843	1,20	1,65	1.744	359	1.156	1,60	1.851	-1.132
50,0	25,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	521	-10	234	0,40	2,45	787	2	378	0,80	2,05	1.225	98	697	1,20	1,65	1.430	288	955	1,60	1.518	-928
71,0	36,0	2,00	4,60	2,60	1,30	0,39	4,21	1.748	-17	304	0,65	3,95	2.639	-4	491	1,30	3,30	4.088	115	904	1,95	2,65	4.744	358	1.238	2,60	5.004	-1.195

Mechaniczny system hamulcowy

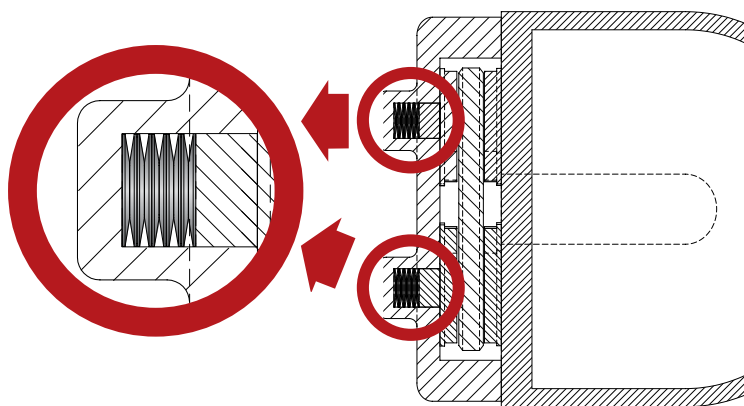


Aplikacja:

Systemy hamulcowe pojazdów ciężkich i specjalnych są często projektowane z zastosowaniem siłowników hydraulicznych. Najczęściej hamowanie realizowane jest gdy płyn pod ciśnieniem dociska tarcze cierne do obracających się tarcz, zamontowanych na drążkach. Siła tarcia wywołana na każdym zestawie tarcz reguluje hamowanie pojazdu. Bez dodatkowego systemu awaryjnego hamowania, taki układ ma ograniczoną niezawodność. Gdy układ się rozszczelni lub nie będzie wymaganego ciśnienia, hamulce zawiodą.

Rozwiązanie:

Mechaniczny system hamowania awaryjnego został zaprojektowany z użyciem sprężyn dyskowych **SPIROL®**. W warunkach normalnego funkcjonowania układ hydrauliczny utrzymuje ściśnięte sprężyny dyskowe w blokach pod stałym ciśnieniem. Jeżeli ciśnienie zaniknie na skutek awarii dyski się rozprężą i docisną elementy cierne układu hamulcowego. Sprężyny inne niż dyskowe nie są w stanie zapewnić wymaganej siły do skutecznego hamowania. Niezawodność systemu opiera się na stałej wydajności sprężyn. W tej, krytycznej aplikacji parametry sprężyn dyskowych i stopień przewidywalności ich charakterystyki poprawiają jakość systemu i zapewniają całkowite bezpieczeństwo.



Sprężyny dyskowe SPIROL charakteryzują się stałą, wysoką zdolnością akumulacji energii mechanicznej. Ich charakterystyka pracy i parametry są bardziej przewidywalne niż sprężyn innych typów, są one również zdolne zapewnić większą siłę w ograniczonej przestrzeni niż inne sprężyny. Sprężyny dyskowe powszechnie są stosowane w układach, aby zapewnić wymaganą charakterystykę pracy; układy przeciwnych dysków dają mniejszą siłę przy dużym skoku a układy dysków równoległych dają duże siły przy małym skoku. Bardzo duża precyzja pracy poszczególnych dysków gwarantuje wysoką dokładność pracy układu (równoległego lub przeciwnego).

Sprężyny dyskowe SPIROL pozwalają dokładnie przewidzieć trwałość układu w warunkach roboczych. Analiza naprężeń pozwala wyznaczyć minimalną ilość cykli pracy sprężyn (pojedynczo i w układach), co może być uwzględnione w projekcie.

Głowica utrzymująca obrabiarki CNC



Z lewej: Sprężyny talerzowe są ściśnięte, uchwyt jest rozwany
Z prawej: Sprężyny talerzowe są rozprężone, uchwyt jest zaciśnięty, część obrabiana jest uchwycona.

Aplikacja:

Obrotowe głowice chwytające maszyn CNC są zaprojektowane aby utrzymywać część w trakcie jej cięcia i obrabiania. Uchwyt wykorzystuje tuleję blokującą zacisk i zwalniającą część po jej obróbce, umożliwiając uchwycenie kolejnej części.

W trakcie ustawiania maszyny CNC, siła zaciskająca głowicę, aby uchwycić część, musi być właściwie dobrana; zbyt mała siła doprowadzi do przemieszczenia się produktu w trakcie obróbki a zbyt duża siła może uszkodzić produkt (zgnieść). Kalibracja jest zależna od materiału, kształtu i samej obróbki. Po skalibrowaniu, jakość produkcji zależy od niezmienności siły zacisku przez kolejne tysiące cykli.

Rozwiązanie:

Sprężyny dyskowe **SPIROL** zapewniają wysoki stopień niezawodności. Gdy uchwyt jest rozwany, kolumna 16 sprężyn jest ściskana przez hydrauliczny cylinder. Kiedy tylko ciśnienie spada, sprężyny dyskowe SPIROL zapewniają stałą i niezmienną siłę aby zaciśnąć chwytak na obrabianej części.

Podpory elastyczne pod rurociągi przemysłowe

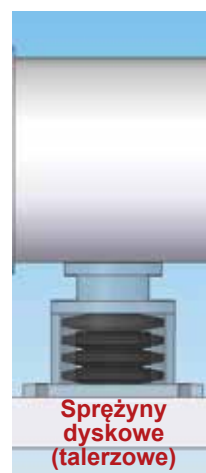
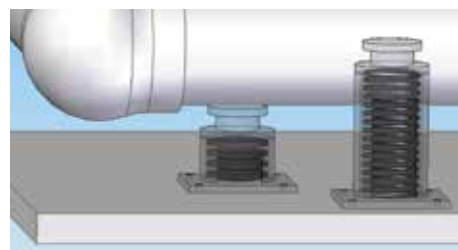
Aplikacja:

Zgodnie z obowiązującymi normami i wytycznymi dla przewodów ciśnieniowych, prawidłowe projektowanie i instalacja są krytyczne dla pracy i bezpieczeństwa systemów rurociągów przesyłowych. Przemysłowe instalacje są montowane z użyciem wysięgników, uchwytów linowych i podpór - zapewniają one utrzymywanie ciężaru instalacji. Wymagane są również podpory aktywne (ruchome) kompensujące siły i obciążenia występujące w przewodach.

Rozwiązanie:

Przykładowo: w rurowym wymienniku ciepła, sprężyny dyskowe SPIROL są wykorzystane do kompensacji wydłużalności cieplnej przewodów, które wydłużają się pod wpływem ciepła i skracają gdy stygną. Sprężyny dyskowe SPIROL stanowią podporę oddziałującą ze stałą siłą w zakresie temperatur pracy, co zapewnia unieruchomienie przewodów i zabezpiecza je przed mechanicznym rozszczelnieniem. Eliminuje to kosztowne i częste naprawy.

Sprężyny dyskowe SPIROL zajmują wielokrotnie mniej miejsca niż odpowiadające im sprężyny spiralne, co w wielu przypadkach, przy systemach i urządzeniach grzewczych, jest kluczowe. Układy sprężyn talerzowych są niezawodne, trwałe i bezobsługowe. Czyni je to doskonałym rozwiązaniem dla systemów instalacyjnych.



Sprężyny dyskowe (talerzowe)



Sprężyna klasyczna (śrubowa)

Sprężyna spiralna nie może zapewnić właściwej kompensacji w ograniczonej przestrzeni. Jedynie układ sprężyn dyskowych jest w stanie gwarantować właściwą siłę przy minimalnym skoku.

Europa

SPIROL Polska
+48 510 039 345
info-pl@spirol.com

SPIROL Zjednoczone Królestwo
+44 (0) 1536 444800
info-uk@spirol.com

SPIROL Ford
+44 (0) 1914 540141
contactus@ford-aerospace.com

SPIROL Francja
+33 (0) 3 26 36 31 42
info-fr@spirol.com

SPIROL Niemcy
+49 (0) 89 4 111 905 71
info-de@spirol.com

SPIROL Hiszpania
+34 932 71 64 28
info-ib@spirol.com

SPIROL Republika Czeska
+420 226 218 935
info-cz@spirol.com

Ameryki

SPIROL International Corporation
+1 860 774 8571
info@spirol.com

SPIROL Dywizja Podkładki
+1 330 920 3655
info@spirol.com

SPIROL Kanada
+1 519 974 3334
info-ca@spirol.com

SPIROL Meksyk
+52 81 8385 4390
info-mx@spirol.com

SPIROL Brazylia
+55 19 3936 2701
info-br@spirol.com

Azja Pacyfik

SPIROL Chiny
+86 (0) 21 5046-1451
info-cn@spirol.com

SPIROL Maleszja
+60 77 063 960
info-my@spirol.com

SPIROL Korea
+82 (0) 10 9429 1451
info-kr@spirol.com



*Aby upewnić się, że dysponujecie Państwo aktualną specyfikacją i najnowszymi informacjami prosimy o sprawdzenie materiałów na stronie **SPIROL.pl**.*

SPIROL oferuje bezpłatne wsparcie inżynierskie! Pomożemy Państwu w fazie projektowania oraz rozwiążemy wszelkie napotkane problemy, jak i zarekomendujemy metody zmniejszenia kosztów w istniejących projektach. Odwiedź zakładkę **Usługa Inżynierii Aplikacji** na **SPIROL.pl**.