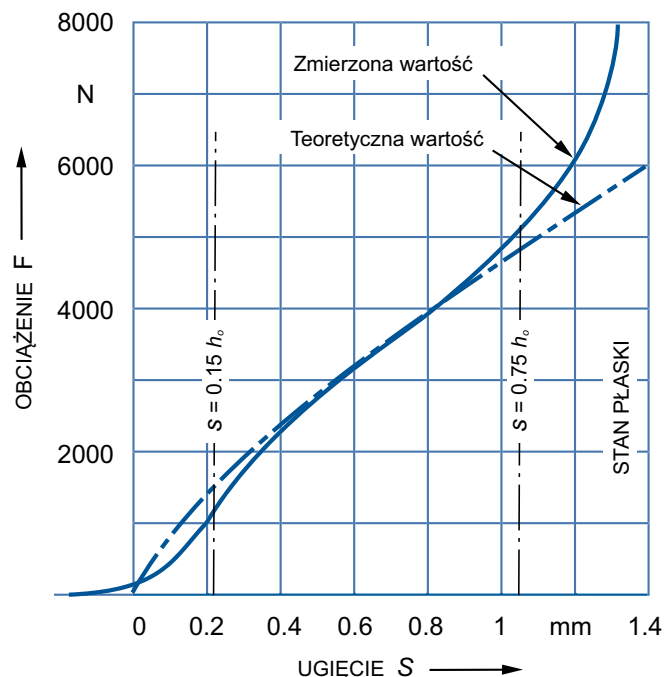


Sprężyny dyskowe są podkładkami w kształcie stożka zaprojektowanymi tak, aby działały w przewidywalny i powtarzalny sposób. Można stosować je do przykładania obciążenia statycznego, gdy jest ono niemal stałe, lub w sytuacjach dynamicznych, gdy jest do nich wielokrotnie przykładane i usuwane. Zrozumienie, w jaki sposób charakterystyka obciążenia wpływa na ich działanie, jest kluczowe dla prawidłowego zaprojektowania systemu wykorzystującego sprężyny dyskowe.

Sprężyny, w odróżnieniu od innych elementów montażowych, mają za zadanie uginać się i magazynować energię mechaniczną. Ugięcie sprężyny dyskowej jest przewidywalne, co pozwala na oszacowanie jej cyklu życia po zamontowaniu jej w zespole.

Optymalną wydajność sprężyny dyskowej uzyskuje się, gdy stopień ugięcia roboczego utrzymywany jest na poziomie 15–75% pełnego ugięcia. To właśnie w tym zakresie zmierzone wyniki najdokładniej odpowiadają teoretycznej charakterystyce sprężyn dyskowych (patrz rys. 1).

Zmierzona krzywa charakterystyki w dolnym zakresie (poniżej 15% pełnego ugięcia) odbiega od krzywej teoretycznej z powodu obecności naprężeń resztkowych. W środkowym zakresie krzywej, odpowiadającym zakresowi normalnej pracy sprężyny dyskowej, wartość zmierzona i teoretyczna są bardzo podobne. W miarę wzrastania wartości ugięcia powyżej 75% pełnego ugięcia ramię momentu siły spada, a odchylenie od wartości teoretycznej gwałtownie wzrasta. Z tego powodu przewidywalność siły/ugięcia jest ograniczona do zakresu normalnej pracy sprężyny dyskowej.

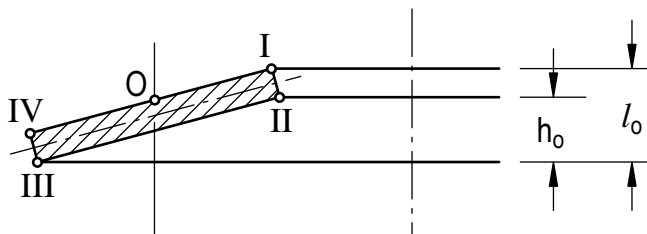


Rysunek 1: Norma EN 16983, Grupa 2,
Seria B 50 x 25,4 x 2 (dawniej DIN 2093)

Żywotność sprężyny dyskowej

Obciążenie statyczne

Obciążenie statyczne definiuje się jako przenoszenie stałego obciążenia lub obciążenia zmieniającego się w stosunkowo długich odstępach czasu, nie częściej niż co 10 000 cykli w założonym okresie eksploatacji. W zastosowaniach statycznych najwyższa obliczona wartość naprężeń w połowie rozpiętości górnej powierzchni sprężyny krążkowej jest krytyczna (patrz punkt 0 na rys. 2). W tym punkcie najwyższa obliczona wartość naprężenia nie powinna przekraczać przybliżonej wytrzymałości na rozciąganie materiału (1400–1600 N/mm²), gdy sprężyna znajduje się w pozycji płaskiej. Standardowych sprężyn dyskowych można używać przy obciążeniu statycznym bez wykonywania obliczeń teoretycznych, jeśli stopień ugięcia jest utrzymywany poniżej 75% całkowitego ugięcia.



Rysunek 2

Obciążenie dynamiczne

Obciążane dynamicznie sprężyny dyskowej można podzielić na dwie ogólne kategorie:

1. Ograniczona trwałość zmęczeniowa, w przypadku której sprężyny dyskowe wytrzymują od 10 000 do 2 000 000 cykli.
2. Wysoka trwałość zmęczeniowa, w przypadku której sprężyny dyskowe są w stanie wytrzymać ponad 2 000 000 cykli.

W celu zwiększenia trwałości zmęczeniowej sprężyn dyskowych można stosować procesy takie jak kulkowanie. Kulkowanie indukuje korzystne naprężenia ściskające na powierzchni krążka, zmniejszając rozprzestrzenianie się pęknięć.

Resztkowe naprężenia rozciągające wynikające z produkcji występują na górnej krawędzi wewnętrznej średnicy krążka, patrz punkt 1 na rys. 2.



W trakcie pracy to naprężenie rozciągające przechodzi w naprężenie ściskające. Poprzez to odwrócenie naprężeń trwałość zmęzeniowa drastycznie spada. Utrzymywanie sprężyny dyskowej pod stałym obciążeniem wstępnym przy minimum 15% ugięciu eliminuje to odwrócenie naprężeń i wydłuża żywotność sprężyny dyskowej.

Znaczenie obciążenia wstępnego i końcowego

Obciążenie wstępne

Wstępne obciążenie sprężyny dyskowej pełni dwie role:

1. W sprężynach dyskowych bez przyłożonego obciążenia szczytkowe naprężenie rozciągające z produkcji występuje w pokazanym na rys. 2 punkcie I. Wstępne obciążenie krążka zmienia naprężenie rozciągające w punkcie I na naprężenie ściskające. Utrzymanie górnej części krążka pod naprężeniem ściskającym zmniejsza ryzyko rozprzestrzeniania się pęknięć. Wahania pomiędzy naprężeniem rozciągającym a ściskającym znacznie ograniczają trwałość zmęzeniową sprężyny dyskowej. Sprężyna taka musi zostać wstępnie obciążona do minimum 15% całkowitego ugięcia w celu wyeliminowania naprężeń rozciągających.
2. Sprężyna dyskowa osiada, gdy początkowo przyłożona siła równomiernie rozłoży się na jej obwodzie. Sprężyny dyskowe nie są w 100% symetryczne, więc w momencie osadzenia podczas obciążenia wstępnego występuje niewielki wzrost siły. Chociaż ten wzrost siły można przewidzieć, nie jest on uwzględniany w obliczeniach siły/ugięcia.

Obciążenie końcowe

Zwiększenie obciążenia końcowego skutkuje zwiększeniem naprężenia w sprężynie dyskowej, powodując mniejszą trwałość zmęzeniową. Jak w przypadku każdego elementu konstrukcyjnego, mniejsze ugięcie skutkuje mniejszym naprężeniem i dłuższą żywotnością. Obciążenie sprężyny dyskowej powyżej 75% całkowitej wartości ugięcia powoduje przekroczenie odcinka liniowego krzywej wydajności (patrz rys. 1), a naprężenia mogą wzrastać w sposób nieliniowy, prowadząc do szybkiej utraty odporności zmęzeniowej. Im mniejsze obciążenie końcowe spełniające wymagania konstrukcji, tym większa trwałość zmęzeniowa.

Trwałość zmęzeniową można zwiększyć poprzez zmniejszenie ugięcia sprężyny dyskowej. Jeśli wymagany jest dodatkowy przesuw, sprężyny dyskowe można organizować w stosy, aby zapewnić większe ugięcie bez zwiększania naprężeń na każdym z krążków, co prowadzi do zwiększenia trwałości zmęzeniowej.

Podsumowanie

Zakres ugięcia sprężyny dyskowej determinuje przewidywalność jej działania i wytrzymałość.

W przypadku obciążenia statycznego nie jest konieczne wykonywanie teoretycznych kalkulacji naprężenia, pod warunkiem, że stopień ugięcia nie przekracza 75% pełnego ugięcia sprężyny dyskowej. Ugięcia o wyższych wartościach powodują duże naprężenia, które prowadzą do utraty siły sprężyny. Zrozumienie wpływu zakresu ugięcia na żywotność sprężyny dyskowej jest kluczem do określenia jej trwałości zmęzeniowej.

Wytyczne zawarte w niniejszym dokumencie mają charakter ogólny, dlatego też w celu spełnienia wymagań wydajnościowych w przypadku każdego konkretnego zespołu zalecamy konsultować się z inżynierami ds. aplikacji, którzy specjalizują się w projektowaniu i opracowywaniu specyfikacji dla sprężyn dyskowych.



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

Inżynierowie **SPIROL** chętnie przystąpią do pracy nad Waszym zagadnieniem i w ścisłej współpracy ze specjalistami z Waszej firmy znajdą optymalne rozwiązanie techniczne do zastosowania w danym projekcie. Najlepszą drogą do zaangażowania nas w proces projektowania jest wybór aplikacji „**Optimal Application Engineering**” na naszej stronie internetowej www.SPIROL.com.

Biura Techniczne

Europa

SPIROL Polska

ul. Solec 38 lok. 10
00-394, Warszawa, Polska
Tel. +48 510 039 345

SPIROL Czechy

Sokola Tůmy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900 Czechy
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Francja

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, Francja
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

SPIROL Wielka Brytania

17 Princewood Road
Corby, Northants NN17 4ET
Wielka Brytania
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Niemcy

Ottostr. 4
80333 Monachium, Niemcy
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Hiszpania

08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Hiszpania
Tel. +34 93 669 31 78
Fax. +34 93 193 25 43

Ameryki

SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239
Stany Zjednoczone
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL Shim Division

321 Remington Road
Stow, Ohio 44224
Stany Zjednoczone
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Kanada

3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Kanada
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL Meksyk

Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Meksyk
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL Brazylia

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brazylia
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

Azja / Pacyfik

SPIROL Azja

1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Szanghaj, Chiny 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Korea

160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seul, 138-844, Korea
Tel. +86 21 5046-1451
Fax. +86 21 5046-1540

email: info-pl@spirol.com