

Mechanizmy śrubowo-toczne

Pozostałe informacje

14. Pozostałe informacje

14.1 Wyszukiwanie i usuwanie usterek

Wstęp

W zakresach stosowania wymagających dużej precyzji i większej sprawności coraz częściej w ostatnich latach wykorzystuje się mechanizmy śrubowo-toczne. Tego rodzaju mechanizmy są najczęściej stosowanymi układami do przenoszenia energii. Mechanizmy śrubowo-toczne używane w obrabiarkach zapewniają większą precyzję i dłuższy okres użytkowania. W maszynach z funkcją obsługi ręcznej zastępują one w coraz większym stopniu śruby trapezowe.

W celu redukcji luzu mechanizmy śrubowo-toczne posiadają zazwyczaj naprężenie wstępne. Dla uzyskania wymaganej dokładności i odpowiedniej trwałości precyzyjnych mechanizmów śrubowo-tocznych konieczne jest zastosowanie odpowiednich kroków podczas montażu. Poniższy rozdział przedstawia możliwe usterki mechanizmów śrubowo-tocznych oraz zasady prewencji. Ponadto zostaną zaprezentowane urządzenia pomiarowe do ustalania przyczyn nadmiernego luzu.

14.2 Usterki: przyczyny i prewencja

Źródła usterek można podzielić na trzy kategorie:

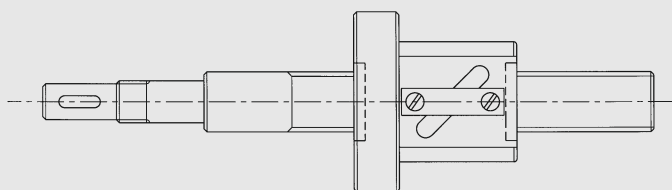
Nadmierny luz

Brakujące lub nieodpowiednie naprężenie wstępne

Wadliwe naprężenie można zdiagnozować w łatwy sposób: Jeśli mechanizm śrubowo-toczny zostanie zablokowany w pozycji pionowej, nakrętka pod wpływem ciężaru własnego skieruje się w dół i rozpocznie obrót wokół śruby. W mechanizmach śrubowo-tocznych bez naprężenia wstępnego może występować znaczny luz osiowy; z tego względu znajdują one zastosowanie w zespołach nie wymagających dużej precyzji.

HIWIN określa naprężenie wstępne wymagane dla danego zakresu zastosowania i dostarcza mechanizmy śrubowo-toczne z naprężeniem wstępnym. Przy zamawianiu mechanizmów HIWIN należy zatem koniecznie podać szczegółowy opis uwarunkowań eksploatacyjnych.

Rys. A-1: Budowa mechanizmu śrubowo-tocznego



Zbyt duże odkształcenia podczas skręcania

1. Niewłaściwy materiał

Tabela 4.11 przedstawia wykaz materiałów, z jakich mają być zbudowane śruby i nakrętki przeznaczone do mechanizmów śrubowo-tocznych.

2. Niewłaściwa obróbka termiczna, zbyt mała grubość warstwy

poddanej obróbce termicznej, nierównomierna obróbka termiczna powierzchni, zbyt miękki materiał:

Kulki, nakrętki i gwinty do mechanizmów śrubowo-tocznych powinny posiadać standardową twardość HRC 62-66, 58-62 i 58-62.

3. Wady konstrukcyjne, za duży stosunek długości do średnicy itd.:

Im niższy jest stosunek długości do średnicy śruby (wskaźnik $d_t./\phi$), tym większa jest sztywność. Zalecany wskaźnik $d_t./\phi$ powinien być mniejszy od 60 (tabela 4.12 przedstawia zależność między klasą dokładności a wskaźnikiem $d_t./\phi$). Zbyt duży wskaźnik $d_t./\phi$ może prowadzić do znacznych odkształceń podczas skręcania. Rys. A-1 pokazuje typ montażu z podporą jednostronną. Jeśli jest to możliwe, nie stosować tego typu podpory.

4. Niewłaściwy typ łożyska:

W mechanizmach śrubowo-tocznych należy stosować łożyska kulkowe skośne; godne polecenia są zwłaszcza łożyska skonstruowane specjalnie dla mechanizmów tego typu. W przypadku wystąpienia obciążeń osiowych typowe łożyska kulkowe wykazują znaczny luz osiowy; z tego względu łożysk tych nie stosować w połączeniu z obciążeniami osiowymi.

Zbyt duże odkształcenia podczas skręcania (ciąg dalszy)**5. Nieodpowiednia sztywność obudowy nakrętki lub korpusu łożyska**

Obudowa zamontowana na nakrętce z gwintem kolistym lub łożysku może ulec skręceniu pod wpływem ciężaru elementów lub obciążenia maszyny w przypadku niedostatecznej sztywności. Konstrukcja testowa z rys. A-4 (d) może być stosowana do kontroli sztywności obudowy nakrętki. Konstrukcje podobnego typu mogą być również używane do kontroli sztywności korpusu łożyska.

6. Niewłaściwy montaż obudowy nakrętki lub korpusu łożyska

- (1) Elementy mogą się poluzować wskutek wibracji lub braku kotków pasowanych. Do blokowania należy stosować stałe kotki pasowane, a nie kotki rozprężne.
- (2) Połączenie śrubowe na nakrętce jest zbyt luźne z powodu zbyt długiej śruby lub zbyt krótkich otworów gwintowych w obudowie.
- (3) Śruby w nakrętce mogą się poluzować wskutek wibracji lub braku podkładek sprężystych.

7. Powierzchnia obudowy nie jest wystarczająco równoległa lub równa.

Podczas montażu maszyny stosuje się często rozpórki między obudową a podstawą maszyny. Wymiar powierzchni montażowej może się różnić w zależności od miejsca, jeśli wskaźnik równoległości powierzchni lub stopień równości jednego z elementów znajduje się poza granicą tolerancji.

8. Nieprawidłowy montaż silnika i mechanizmu śrubowo-tocznego.

- (1) Jeśli sprzęgło nie jest zamontowane na stałe lub posiada niewystarczającą sztywność, między wałem silnika a śrubą zachodzi rotacja względna.
- (2) Niewłaściwa praca kół zębatych przekładni lub niedostateczna sztywność układu przenoszenia napędu. Jeśli do napędzania mechanizmu śrubowo-tocznego jest stosowany pas, dla uniknięcia poślizgu należy korzystać z pasa zębatego.
- (3) Poluzowane wpusty pasowane w rowku. Niewłaściwy montaż wału, rowka i wpustu pasowanego może spowodować luz.

Nierównomierny bieg**1. Wady konstrukcyjne mechanizmu śrubowo-tocznego**

- (1) Zbyt szorstka bieżnia śruby lub nakrętki z gwintem kolistym.
 - (2) Nieokrągłe kulki łożyskowe, nakrętka lub śruba z gwintem kolistym.
 - (3) Skok gwintu lub średnica koła podziałowego nakrętki lub śruby poza zakresem tolerancji.
 - (4) Nieprawidłowy montaż mechanizmu przekierowania kulek w nakrętce.
 - (5) Niewłaściwa wielkość i twardość kulek.
- Wymienione problemy nie powinny wystąpić przy produktach o wysokim poziomie jakości.

2. Ciała obce w bieżni tocznej

- (1) Zakleszczenie fragmentów opakowania w bieżni tocznej. Mechanizmy śrubowo-toczne są przed wysyłką pakowane w różnego rodzaju materiały opakowaniowe oraz papier nasycony olejem. Tego typu materiały oraz inne przedmioty mogą się zakleszczyć w bieżni tocznej wskutek braku staranności podczas montażu i ustawiania mechanizmu śrubowo-tocznego. W rezultacie kulki nie będą się toczyć, tylko ślizgać lub nawet ulegną całkowitemu zakleszczeniu.
- (2) Przeniknięcie wiórów z maszyny do bieżni tocznej. Wióry i pył z maszyny mogą przeniknąć do bieżni tocznej w przypadku braku zbieraków zapewniających należyty stan bieżni mechanizmu. Skutkiem tego może być nierównomierny bieg, niższa klasa dokładności oraz mniejsza trwałość.

3. Eksploatacja w razie przekroczenia maksymalnej drogi użytkowej

Przekroczenie maksymalnej drogi użytkowej może spowodować uszkodzenie lub nawet zniszczenie mechanizmu przekierowania kulek. Jeśli do tego dojdzie, równomierny obieg kulek będzie niemożliwy. W razie niesprzyjających okoliczności może również dojść do pęknięcia kulek oraz uszkodzenia śruby lub nakrętki z gwintem kolistym. Eksploatacja w razie przekroczenia maksymalnej drogi użytkowej może również wystąpić w trybie konfiguracyjnym oraz wskutek usterki wyłącznika krańcowego lub kolizji w maszynie. Aby uniknąć kolejnych uszkodzeń, po przekroczeniu dopuszczalnej drogi przemieszczenia mechanizm śrubowo-toczny należy przed jego dalszym stosowaniem skontrolować i naprawić w firmie producenta.

4. Uszkodzenie mechanizmu przekierowania kulek

Mechanizm przekierowania kulek może ulec uszkodzeniu i spowodować problemy opisane wyżej w przypadku wystąpienia silnego uderzenia podczas montażu.

5. Nieprawidłowe ustawienie

Jeśli osie obudowy nakrętki z gwintem kolistym i utożyskowania śruby są niezgodne, powstaje obciążenie promieniowe. W razie zbyt dużego obciążenia mechanizm śrubowo-toczny ulec wygięciu. Nawet drobne usterki osi, które nie powodują wyraźnego ugięcia, są zawsze przyczyną zwiększonego zużycia. Jeśli ustawienie jest nieprawidłowe, następuje szybkie pogorszenie precyzji mechanizmu śrubowo-tocznego. Im większe jest wstępne naprężenie nakrętek, tym większe są wymagania w zakresie precyzji ustawienia.

6. Nieprawidłowy montaż nakrętki w obudowie

Ukośny montaż nakrętki lub jej niewłaściwe ustawienie powoduje wystąpienie obciążeń mimośrodowych. Wówczas wejściowy prąd silnika może się zmieniać podczas pracy.

7. Uszkodzenie mechanizmu śrubowo-tocznego podczas transportu

Mechanizmy śrubowo-toczne

Pozostałe informacje

Pęknięcia

1. Pęknięcie kulek

Kulki łożyskowe są najczęściej wykonane ze stali Cr-Mo. Aby przełamać kulkę o średnicy 3,175 mm, potrzebne jest obciążenie 1.400–1.600 kg.

W przypadku braku lub niedostatecznej ilości smaru podczas pracy następuje stały wzrost temperatury kulek. Wzrost temperatury może spowodować kruszenie lub pęknięcie kulek i w efekcie defekt bieżni w nakrętce lub śrubie.

Z tego względu o uzupełnianiu smaru należy pamiętać już w fazie konstrukcji. Jeśli nie stosuje się automatycznego układu smarowania, systematyczne uzupełnianie smaru powinno zostać uwzględnione w harmonogramie konserwacji.

2. Wciśnięcie lub pęknięcie mechanizmu przekierowania kulek

Przesuwanie śruby z gwintem kolistym na niedozwoloną odległość lub uderzenie mechanizmu przekierowania może spowodować jego wciśnięcie lub pęknięcie. W konsekwencji następuje blokada drogi kulek oraz ich ścieranie i pękanie na końcach.

3. Pęknięcie czopa łożyskowego na śrubie

(1) Niewłaściwa konstrukcja:

Aby uniknąć miejscowych naprężeń, nie dopuszczać do powstania ostrych krawędzi na czopie łożyskowym śruby. Rys. A2 przedstawia ważne cechy konstrukcyjne czopów łożyskowych.

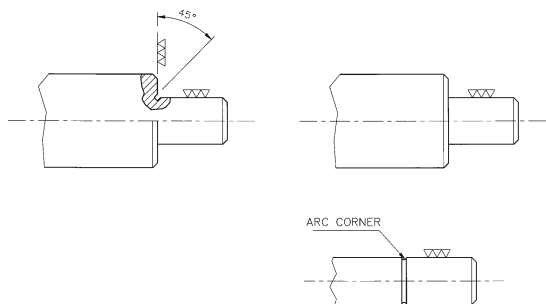
(2) Obciążenie czopów łożyskowych przy zginaniu:

Powierzchnia montażowa łożyska i oś oczka nie znajdują się względem siebie w pozycji pionowej lub przeciwległe strony oczka nie są ustawione równolegle. Konsekwencją jest wygięcie i następnie pęknięcie czopa. Odchylenie pozycji czopa przed i po dokręceniu oczka nie może przekraczać 0,01 mm.

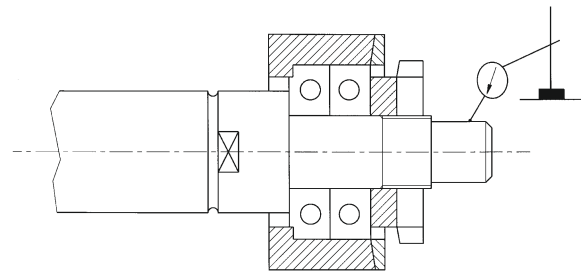
(3) Obciążenie promieniowe lub wahania ciężaru

Nieprawidłowe ustawienie podczas montażu mechanizmu śrubowo-tocznego powoduje nietypowe odchylenia ścinające i w efekcie przedwczesne uszkodzenie mechanizmu.

Rys.: A2 Podcięcia w celu uniknięcia naprężeń szczytowych



Rys.: Kontrola ruchu obrotowego w czopie napędowym



14.3 Przyczyna nietypowego luzu

Aby ustalić przyczynę nietypowego luzu w mechanizmie śrubowo-tocznym, można wykonać poniższe pomiary:

1. Szablon do kulek przykleić w środkowym otworze na końcu śruby z gwintem kolistym. Aby zmierzyć luz osiowy szablonu, zastosować czujnik pomiarowy i jednocześnie obracać śrubę. (Rys. A-4(a)). Jeśli łożyska, nakrętka z gwintem kolistym i obudowa są zamontowane prawidłowo, ruch nie powinien przekraczać 0,003 mm.
2. Za pomocą czujnika zmierzyć ruch względny między obudową a gniazdem łożyska, jednocześnie obracając śrubę (rys. A-4(b)). Każdy wynik pomiaru odbiegający od wartości zerowej wskazuje na niedostateczną sztywność lub nieprawidłowy montaż łożyska.

3. Sprawdzić ruch względny między podstawą maszyny a obudową nakrętki z gwintem kulistym (rys. A-4(c)).

4. Sprawdzić ruch względny między obudową nakrętki a kołnierzem (rys. A-4(d)).

Jeśli wymienione kontrole nic nie wykażą i luz będzie nadal występował, prosimy o kontakt z producentem mechanizmu śrubowo-tocznego.

W pewnych sytuacjach konieczne może być zwiększenie naprężenia wstępnego lub sztywności mechanizmu śrubowo-tocznego.

Rys. A-4 Ustalanie przyczyny nietypowego luzu

