

Łożysko toczne

Wynalazek dotyczy łożyska tocznego, w którym elementy toczne w postaci kulek, wałeczków walcowych, wałeczków stożkowych, igiełek, baryłek przemieszczają się między dwoma bieżniami.

Znane są łożyska toczne stosowane, jako elementy konstrukcyjne części maszyn. Ujęte są one w katalogach firm produkujących w/w części maszyn np. w przypadku łożysk tocznych w katalogu firmy SKF - Katalog 6000 PL January 2007. Różne rodzaje łożysk zostały przedstawione przykładowo w polskich opisach patentowych oznaczonych numerami: 159241 161938, 161939, 179738.

Budowa łożysk tocznych jest zróżnicowana, jednak w każdym przypadku zawierają one elementy toczne, które przemieszczają się między dwoma bieżniami. Dodatkowymi elementami łożyska tocznego mogą być separatory utrzymujące elementy toczne w stałym do siebie oddaleniu, uszczelnienia itp.

Łożyska toczne zapewniają ruch obrotowy wału i utrzymanie stałego położenia jego osi obrotu oraz przenoszą obciążenia, więc powinny się one charakteryzować małymi oporami ruchu, stabilną pracą, niezawodnością działania oraz odpornością na zużycie, czyli dużą trwałością. W celu uzyskania jak najmniejszych strat energii na tarcie oraz na zmniejszenie szumu z powodu drgań elementów współpracujących bieżnie elementów konstrukcyjnych współpracujące z elementami tocznymi są szlifowane, a następnie dogładzane. Jednak istotny problem powodują niewielkie różnice wymiarów elementów tocznych. Elementy toczne produkowane masowo są selekcionowane pod względem wielkości, ale osiągnięcie absolutnej jednolitości wymiarów elementów tocznych jest w praktyce niemożliwe. Przykładowo do łożyska tocznego kulkowego wkładane są kulki o średnicach różniących się między sobą do 2 μm . W łożysku tak zmontowanym, obracającym się np. z prędkością 1000 obrotów/minutę, kulki mogą pokonywać po bieżniach w czasie 1 minuty drogi różniące się między sobą nawet o 2 mm. Niejednakowe obciążenie elementów tocznych łożyska powoduje dalsze różnice w przebytej drodze elementu tocznego. W łożyskach tocznych przenoszących tylko obciążenie poprzeczne elementy toczne nie przenoszące obciążenia przemieszczają się wyrównując przebytą drogę. W łożyskach,

w których wszystkie elementy toczne są obciążone wyrównanie drogi przebytej przez elementy toczne następuje dzięki poślizgowi elementu tocznego względem bieżni. Aby nastąpił poślizg muszą wzrosnąć siły oddziaływania kulki na separator lub na sąsiadującą kulkę do wartości przekraczającej siły tarcia ślizgowego. Czym większe obciążenie łożyska tym większe występują siły tarcia ślizgowego. W takim przypadku niezbędnym czynnikiem gwarantującym poprawną współpracę jest smar stosowany do smarowania łożysk tocznych. Brak odpowiedniego smarowania jest głównym czynnikiem zużycia łożyska. Łożyska toczne przenoszące tylko obciążenia poprzeczne mające koszyki z materiałów o niskim współczynniku tarcia mogą pracować bez smarowania

Z polskiego opisu patentowego nr 179738 znane jest łożysko wieńcowe, w którym rowek w pierścieniu wewnętrznym jest w dwóch miejscach powiększony, a miejsca powiększeń rowka są usytuowane naprzeciwległe względem głównej osi łożyska. Łożysko według patentu jest łożyskiem wieńcowym, stosowanym zazwyczaj do łożyskowania wolnoobrotowych, wysoko obciążonych części obrotowych mobilnych wielkogabarytowych maszyn roboczych, takich jak koparki lub żurawie. Nie jest ono montowane na wale ani zabudowane w oprawie. Mocuje się je bezpośrednio śrubami do części nośnych urządzenia. Łożysko wieńcowe w czasie pracy zmienia wielokrotnie kierunek obrotu. Pierścienie łożyska oraz elementy toczne są obciążone oprócz sił wzdłużnych i poprzecznych znacznym momentem siły od wychylonego ramienia. Takie obciążenie momentem, powoduje, że w osi łożyska prostopadłej do wychylenia ramienia występuje zmiana kierunku obciążenia pierścieni łożyska, jak i elementów tocznych. W samej osi obciążenie pierścieni i elementów tocznych jest równe zero. W związku z powyższym w pobliżu osi przemieszczające się elementy toczne zmieniając kierunek obciążenia wprowadzają niepotrzebne opory ruchu. Łożysko wieńcowe według patentu PL179738 rozwiązuje wyżej zdefiniowany problem w ten sposób, że w dwóch miejscach leżących naprzeciw siebie, gdzie wartości sił obciążających elementy toczne i bieżnie zmieniają swój kierunek i są bliskie zero, dzięki wycięciu części bieżni elementy toczne przemieszczają się swobodnie popychane sąsiednimi kulkami. Swobodne przemieszczanie się elementów tocznych w miejscu, gdzie występuje zmiana kierunku obciążenia kulek i płaszczyzn obrotu kulek powoduje zmniejszenie oporów ruchu obrotowego łożyska. W przypadku łożysk wieńcowych, które cechuje niska

prędkość obrotowa (5÷15 obr./min.) oraz wielokrotna zmiana kierunku obrotu, problem różnicy drogi przebytej przez elementy toczne nie występuje.

Celem wynalazku było opracowanie łożyska tocznego, w którym wszystkie elementy toczne są obciążone i w którym zostałby wyeliminowany lub znacząco zredukowany problem wynikający z różnic wymiarów elementów tocznych.

Łożysko toczne, w którym wszystkie elementy toczne są obciążone, według wynalazku charakteryzuje się tym, że na jednej z bieżni, po których przemieszczają się elementy toczne znajduje się co najmniej jeden rowek i/lub wgłębienie usytuowany poprzecznie do kierunku ruchu elementów tocznych.

Korzystnie rozstawienie rowków lub wgłębień jest inne niż wielokrotność rozstawienia elementów tocznych.

Korzystnie rowek lub wgłębienie są wypełnione materiałem ułatwiającym poślizg między elementem tocznym a bieżniami.

Korzystnie materiałem ułatwiającym poślizg jest materiał o współczynniku tarcia niższym niż współczynnik tarcia pomiędzy materiałem bieżni i elementem tocznym.

Korzystnie materiałem ułatwiającym poślizg jest ołów, srebro, azotek tytanu, materiał diamentopodobny (Diamond-Like Carbon - DLC), węgiel tytanu (TiC), polimery stosowane do wytwarzania łożysk, takie jak na przykład poliacetal, polipropylen, poliamid, poliimid, najkorzystniej z dodatkiem grafitu i/lub teflonu.

Korzystnie w poprzecznym rowku lub wgłębieniu jest umieszczony czujnik mechatroniczny.

Korzystnie elementy toczne stanowią kulki, wałeczki walcowe, wałeczki stożkowe, igiełki, baryłki.

Poprzeczny rowek lub wgłębienie usytuowany poprzecznie do ruchu elementów tocznych na jednej z bieżni według wynalazku pozwalają elementowi tocznemu na chwilowe wyjście ze współpracy z jedną z bieżni i przemieszczenie się pod wpływem sił oddziaływania separatora lub sąsiadującego elementu tocznego ze względu na różniące się średnice elementów tocznych oraz nierówne obciążenie elementów tocznych łożyska. W przypadku, gdy rowek lub wgłębienie jest wypełnione materiałem ułatwiającym poślizg między elementem tocznym a bieżniami, zmniejsza się siła oddziaływania separatora lub sąsiadującego elementu tocznego niezbędna do wzajemnego przemieszczenia się elementów.

Jako materiał wypełniający rowek lub wgłębienie można użyć przykładowo dowolnego polimeru stosowanego do wytwarzania łożysk polimerowych, takiego jak na przykład polimer o nazwie handlowej Vespel.

Brak poślizgu między elementem tocznym, a bieżniami, w wyniku zastosowania łożyska według wynalazku z poprzecznym rowkiem lub wgłębieniem niewypełnionym, daje możliwość pracy łożyska bez smarowania. Jest to bardzo istotne w zastosowaniu łożysk tocznych w dziedzinie nanotechniki lub łożysk pracujących w próżni. Natomiast zastosowanie materiału wypełniającego ułatwia poślizg między elementem tocznym, a bieżniami zwiększa trwałość łożyska w przypadku występującego skąpego smarowania, jak i braku smarowania.

Możliwe jest umieszczenie w rowku lub wgłębieniu, a zwłaszcza w materiale wypełniającym, czujnika mechatronicznego rejestrującego informacje na temat położenia i prędkości przesuwających się elementów. W szczególności czujnik mechatroniczny może rejestrować takie parametry, jak: drgania wału lub obudowy, liczba obrotów, prędkość, kierunek obrotu, względne położenie elementów, przyspieszenie lub opóźnienie.

Rozwiązanie konstrukcyjne według wynalazku charakteryzuje się mniejszymi siłami oddziaływania między sąsiadującymi ze sobą elementami tocznymi lub elementami tocznymi na separator. Przemieszczenie elementu tocznego następuje bez poślizgu w wykonanym rowku lub wgłębieniu. Znaczne efekty rozwiązania według wynalazku uzyskuje się w łożyskach tocznych kulkowych zwykłych obciążonych siłą wzdłużną i poprzeczną, łożyskach kulkowych do iskrowników, łożyskach kulkowych skośnych, łożyskach kulkowych do wrzecion, łożyskach kulkowych czteropunktowych, łożyskach kulkowych wzdłużnych, łożyskach stożkowych, złożeniach igiełkowych wzdłużnych, łożyskach baryłkowych wzdłużnych, tzn. tam gdzie wszystkie elementy toczne są obciążone.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia łożysko kulkowe skośne jednorzędowe z separatorem w przekroju poprzecznym i podłużnym z jednym rowkiem poprzecznym niewypełnionym, Fig. 2 przedstawia schematycznie pierścień wewnętrzny łożyska z rowkiem poprzecznym niewypełnionym, Fig. 3 przedstawia schematycznie pierścień wewnętrzny łożyska z rowkiem poprzecznym wypełnionym materiałem, a Fig. 4 przedstawia łożysko kulkowe skośne jednorzędowe bez separatora, w przekroju poprzecznym i podłużnym z trzema rowkami niewypełnionymi.


Łożysko toczne przedstawione na Fig. 1 jest łożyskiem kulkowym skośnym jednorzędowym. Łożysko składa się z pierścienia zewnętrznego 1, pierścienia wewnętrznego 2, elementów tocznych w postaci kulek 3, separatora 8. Elementy toczne toczą się po bieżni zewnętrznej 5 oraz bieżni wewnętrznej 6. Na bieżni wewnętrznej 6 wykonany jest poprzeczny rowek 4 .

Rowek poprzeczny 7 wypełniony i niewypełniony 4 został w ujęciu schematycznym dokładniej przedstawiony na Fig. 2 i Fig. 3 rysunku przedstawiającym pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego jednorzędowego.

Łożysko toczne przedstawione na Fig. 4 jest łożyskiem kulkowym skośnym jednorzędowym. Łożysko składa się z pierścienia zewnętrznego 1, pierścienia wewnętrznego 2, z maksymalną liczbą elementów tocznych w postaci kulek 3 bez separatora. Elementy toczne toczą się po bieżni zewnętrznej 5 oraz bieżni wewnętrznej 6. Na bieżni wewnętrznej 6 wykonane są trzy poprzeczne rowki 4.

W celu wyeliminowania lub znaczącego zredukowania problemów wynikających z różnicy wymiarów elementów tocznych 3 zastosowano na bieżni wewnętrznej 6 lub zewnętrznej 5 łożyska rowek/rowki lub wgłębienie/wgłębienia 4. Obracający się pierścień wewnętrzny łożyska 2 powoduje przemieszczanie się po bieżni wewnętrznej 6 oraz zewnętrznej 5 wszystkich elementów tocznych 3. Rowek/rowki poprzeczne 4 umożliwiają bez poślizgu przemieszczenie się elementu tocznego w przypadku wystąpienia sił oddziaływania między elementami tocznymi 3 lub między elementem tocznym 3 a separatorem 8. W łożysku z rowkiem/rowkami 4 wypełnionymi materiałem 7 o zmniejszonym współczynniku tarcia elementy toczne 3 mają ułatwiony poślizg, przez co zmniejszamy siły oddziaływania elementów tocznych między sobą lub separatora 8 na element toczny.

RZECZNIK PATENTOWY


dr inż. Grzegorz Padée