

DOBÓR I ZASTOSOWANIE ROLEK TOCZNYCH

GARY SULLWOLD, starszy inżynier w MCGILL MANUFACTURING Co.

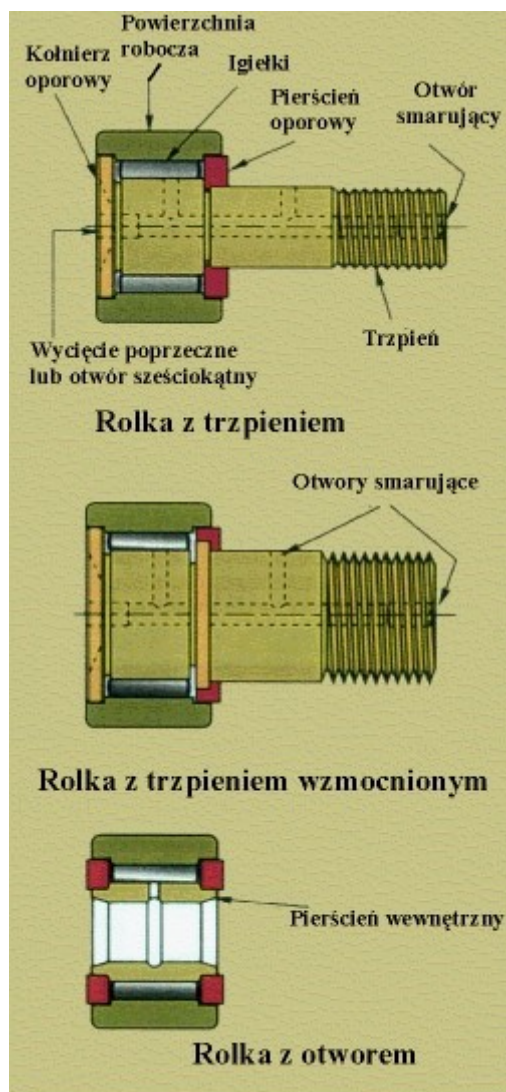
Przydatność i osiągi rolek tocznych zależą w dużym stopniu od zastosowanego typu. Istotne czynniki przy ich doborze to obciążenie, prędkość obrotowa, sposób montażu i rodzaj smarowania.

Trzy podstawowe zastosowania rolek tocznych to: współpraca z krzywkami, wspieranie lub dociskanie elementów, oraz prowadzenie w ruchu liniowym. Współpraca z krzywkami może zachodzić zarówno w prostych przypadkach krzywek z jednym garbem, jak i skomplikowanych wielkogabarytowych krzywek podziałowych z kilkoma rolkami. Jako elementy wspierające rolki toczne mogą stanowić zarówno podparcie jak i spełniać rolę rolek jezdnych.

Zastosowanie rolek pozwala zredukować tarcie związane z przesuwem oraz zmniejszyć zużycie takich części współpracujących jak: prowadnice, bieżnie, itp., a to z kolei powiększa i utrzymuje precyzyjne działanie mechanizmów.

Typy rolek

Podstawowe typy rolek tocznych to rolki z trzpieniem standardowym, z trzpieniem wzmocnionym oraz bez trzpienia z otworem na oś (rys.1).

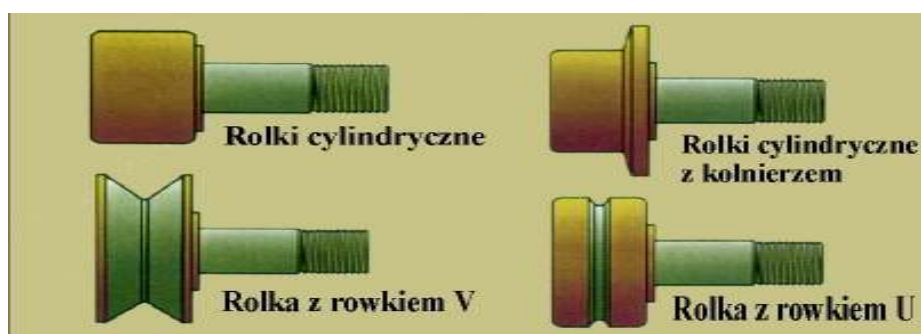


Rys.1 Podstawowe typy rolek

Rolki z trzpieniem są montowane w otworze elementu konstrukcyjnego urządzenia. Wersja z trzpieniem wzmocnionym jest stosowana przy dużych obciążeniach, przy obciążeniu uderowym oraz tam, gdzie jest wymagane minimalne ugięcie trzpienia. Poza różną średnicą trzpienia oraz

zastosowaniem innego pierścienia oporowego konstrukcja obu typów jest taka sama. Rolki bez trzpienia są montowane na sworzniu, w widelkach lub jarzmie. Ponieważ ten sposób montażu zapewnia bardziej równomierne przeniesienie obciążenia na części ruchome, dopuszczalne obciążenie dla tego typu rolek jest takie jak dla rolek z trzpieniem wzmocnionym. Większość rolek to specjalna wersja łożyska igiełkowego (rys.1), które w zasadzie przenosi tylko obciążenie promieniowe. Rolki z wałeczkami zawierają dwa rzędy cylindrycznych wałeczków i wytrzymują większe obciążenia oraz prędkości niż łożyska igiełkowe, a także niewielkie obciążenia wzdłużne. Przy jednocześnie występujących obciążeniach wzdłużnych i promieniowych stosuje się rolki z kulkami lub wałeczkami stożkowymi. Rolki z kulkami, zbliżone konstrukcją do łożysk dwurzędowych kulkowych, są stosowane w rolkach o średnicy nie przekraczającej 3"; przy większych średnicach stosuje się wałeczki stożkowe ułożone w dwóch rzędach. W większości wypadków rolki te są wykonywane w wersji uszczelnionej i mieszczą w sobie dużą ilość smaru wystarczającą do długiej pracy, nawet w środowisku zanieczyszczonym.

Rolki z kulkami i wałeczkami stożkowymi są wykonywane w różnych wersjach (rys.2) i mają bardzo szeroki zakres zastosowań.



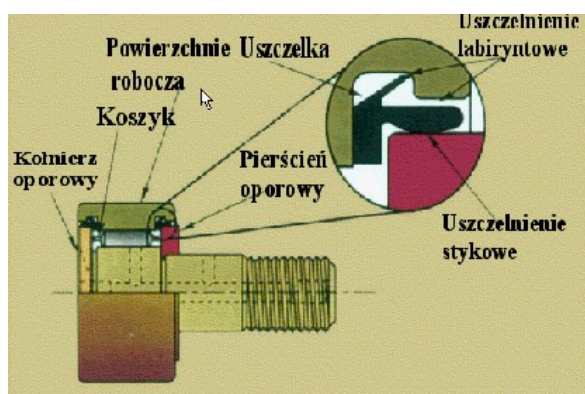
Rys.2 Profile rolek mogących pracować z obciążeniem wzdłużnym

W wykonaniu z powierzchnią zewnętrzną walcową są stosowane przy współpracy z płaskimi elementami, podobnie jak rolki z igiełkami. Wykonanie z kołnierzem pozwala ograniczyć ruch poprzeczny, natomiast wykonanie z rowkiem "V" umożliwia współpracę z prowadnicami.

WARIANTY WYKONANIA

Uszczelnienia

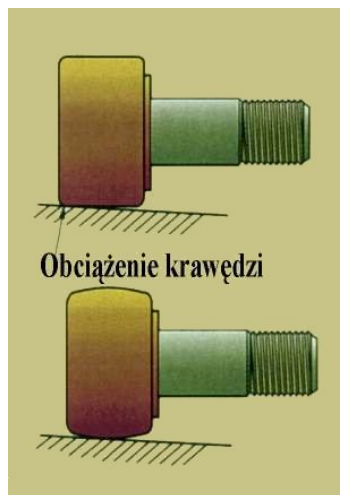
Jeżeli wykonanie standardowe rolek nie spełnia Państwa wymagań, istnieje możliwość ich doboru w wykonaniach specjalnych. Uszczelki przedłużają żywot rolek uniemożliwiając przedostanie się zewnętrznych zanieczyszczeń do ich wnętrza a także zabezpieczając przed wydostaniem się smaru na zewnątrz. Większość z nich jest wykonana ze specjalnego nylonu, który umożliwia zredukowanie do minimum tarcia między elementami. Rys.3 pokazuje przekrój zastosowanego uszczelnienia labiryntowego. Uszczelka uszczelnia i eliminuje bezpośredni kontakt elementów stałych i ruchomych, co w efekcie pozwala obniżyć tarcie i powiększyć dopuszczalną prędkość obrotową. Zastosowanie uszczelki pozwala zmniejszyć częstotliwość smarowania do 1/3 częstotliwości wymaganej przy rolkach nie uszczelnionych.



Rys.3 Uszczelnienie rolki

Kształt zewnętrzny

Zaokrąglona powierzchnia zewnętrzna rolki (rys.4) kompensuje w pewnym stopniu nierównoległość, która może zaistnieć pomiędzy bieżnią a powierzchnią zewnętrzną rolki. Umożliwia to uniknięcie przeciążenia mogącego powstać na obrzeżu pierścienia zewnętrznego oraz powoduje zmniejszenie obciążenia wzdłużnego rolki. Zaokrąglenie pierścienia zewnętrznego zmniejsza również obciążenie wzdłużne powstałe przy współpracy z elementami obracającymi się jak np. ze stołem obrotowym.



Rys.4 Współpraca rolki z bieżnią nierównoległą do osi rolki

Otwór sześciokątny

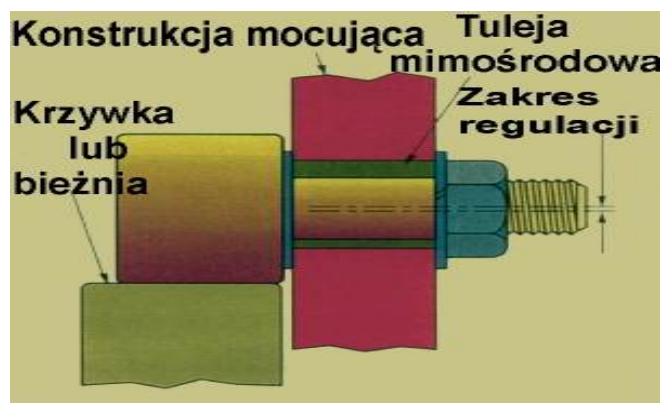
Trzpień rolki posiada zwykle poprzeczne wycięcie (rys. 1), które umożliwia blokadę rolki przy jej montażu. Zastosowanie otworu sześciokątnego zamiast wycięcia umożliwia stosowanie przy montażu kluczy sześciokątnych, co przekłada się na możliwość użycia większej siły przy dokręcaniu nakrętek.

Mimośród

Zastosowanie pierścienia mimośrodowego (rys.5) umożliwia precyzyjne ustawienia rolki w stosunku do zamocowania jak i bieżni - bardzo istotne w zastosowaniach wymagających rozłożenia obciążenia lub uzyskanie naprężenia wstępnego.

Rozwiązanie to jest szczególnie przydatne gdy obciążenie rozkłada się na kilka rolek i niedokładność przy montażu uniemożliwia zastosowanie rolek w wykonaniu normalnym.

Precyzyjny montaż rolki ma też niemały wpływ na jej zużycie oraz zużycie bieżni.



Rys. 5 Rolka z pierścieniem mimośrodowym

Koszyki

Rolki z igiełkami umieszczonymi w koszyku (rys.3) umożliwiają tak zwiększenie prędkości obrotowej jak i wydłużenie okresu między dosmarowywaniem. Rozwiązanie to obniża wewnętrzne tarcie, i w stosunku do wykonania z pełną ilością igiełek, umożliwia zwiększenie objętości, w której może znajdować się środek smarny. Jednakże obciążalność tych rolek jest mniejsza z uwagi na to, że igiełki są krótsze i jest ich mniej.

Tuleje samosmarujące

W rolkach z tulejami samosmarującymi zespół igiełek jest zastąpiony tuleją z tworzywa sztucznego. Są najbardziej przydatne dla małych prędkości obrotowych oraz tam, gdzie smarowanie jest utrudnione lub nie zalecane. Czas pracy tych rolek zależy od zużycia tulei i jest określony przez dopuszczalne ich zużycie w konkretnym urządzeniu. Rolki te można smarować, ale tylko olejem. W ten sposób można znacznie wydłużyć okres ich użytkowania.

PARAMETRY ROLEK

Przy doborze rolek należy wziąć pod uwagę: wielkość i rodzaj obciążenia, prędkość obrotową, dopuszczalne ugięcie, sztywność konstrukcji i sposób smarowania.

Obciążenie, prędkość, trwałość

Wielkość obciążenia (oraz jego kierunek) ma wpływ zarówno na rozmiar jak i typ rolki. Dla rolek z trzpieniem dopuszczalne obciążenie jest ograniczone wytrzymałością trzpienia oraz jego dopuszczalnym ugięciem. Aby określić czas pracy rolki, szczególnie przy pracy ze zmiennym obciążeniem, należy sięgnąć po katalogi producenta lub odpowiednie programy komputerowe. Zastosowania, w których występuje obciążenie zarówno promieniowe jak i wzdłużne wymagają zastosowania rolek o konstrukcji zbliżonej do łożyska kulkowego lub stożkowego. Dla konstrukcji rolki niebezpieczne są obciążenia impulsowe, gdyż mogą spowodować odkształcenie pierścienia zewnętrznego a w konsekwencji zakłócenia w pracy.

Prędkość obrotowa

Jest to jeden z najważniejszych parametrów przy doborze rolki. Rolki z pełną ilością igiełek mają zwykle dopuszczalne obroty niższe niż rolki z igiełkami umieszczonymi w koszyku czy też z wałeczkami lub kulkami. Te ostatnie są stosowane przy większych prędkościach obrotowych z uwagi na małe tarcie wewnętrzne występujące pomiędzy elementami. Dopuszczalne prędkości podają katalogi producenta.

Brak prawidłowej geometrii montażu i ugięcie

Rolki z kulistą powierzchnią zewnętrzną umożliwiają w dużym stopniu redukcję nierównomiernego obciążenia występującego, gdy powierzchnia rolki nie jest równoległa do bieżni. W takich jednak przypadkach należy dobrać rolkę o dopuszczalnym obciążeniu większym o 20%. Pod wpływem obciążenia trzpień rolki ulega ugięciu, którego wielkość zależy od:

- promienia zaokrąglenia krawędzi otworu montażowego
- pasowania trzpienia w otworze montażowym
- materiału obudowy

Aby zmniejszyć ugięcie, należy stosować rolki ze wzmocnionym trzpieniem lub bez trzpienia (z otworem). W urządzeniach, gdzie ugięcie jest niemożliwe do uniknięcia i w konsekwencji występuje obciążenie wzdłużne przekraczające wytrzymałość rolki, należy zastosować rolki z wałeczkami lub kulkami.

Smarowanie

Przy dużych prędkościach obrotowych zalecany środek smarny jest olej, ponieważ skuteczniej chłodzi rolkę i nie pogarsza swych parametrów tak szybko jak smar. Smar stały jest zwykle stosowany do rolek wolno obracających się oraz do rolek stanowiących podparcie. Większość rolek z trzpieniem jest dostarczana ze smarem litowym lub sodowo wapniowym, który jest wprowadzany otworami smarującymi (rys.1, rys.7).

Olej smarujący powinien mieć lepkość 100 SSU w temperaturze pracy rolki. Temperatura rolki zależy przede wszystkim od jej prędkości obrotowej a w drugiej kolejności od obciążenia. Aby oszacować temperaturę pracy należy porównać obroty rzeczywiste i obciążenie z ich wielkościami granicznymi podanymi przez producenta. Maksymalna temperatura pracy dla zwykłych smarów to zwykle 115-120°C- ale najkorzystniej jest nie przekraczać 80% wielkości dopuszczalnych. Częstotliwość smarowania zależy od warunków w jakich pracuje rolka. Rolki pracujące w środowisku zanieczyszczonym, narażone na kontakt z płynami, mogą wymagać nawet codziennego smarowania, natomiast w czystym środowisku rolki mogą pracować nawet rok i więcej bez uzupełniania smaru. W zastosowaniach gdzie nie ma możliwości uzupełniania smaru, należy stosować wersje uszczelnione oraz te wykonania, które posiadają w swoim wnętrzu więcej miejsca na smar.

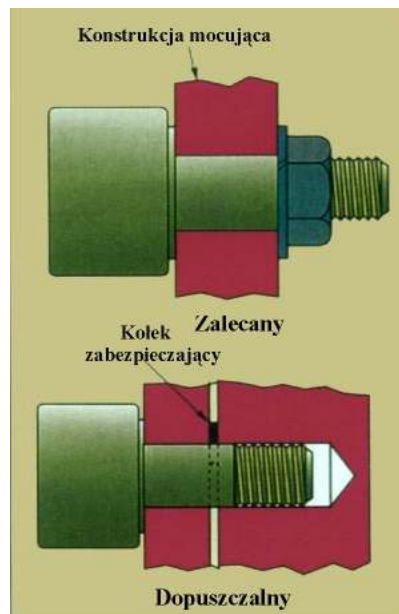
Twardość bieżni i krzywek współpracujących

Właściwa twardość powierzchni z którą współpracują rolki jest równie ważna jak dobór średnicy rolki. Powierzchnia współpracująca o zbyt małej twardości ulegnie pod obciążeniem szybkiemu zużyciu lub deformacji. Tam, gdzie nie mamy do czynienia z dużą precyzją urządzenia, można stosować bieżnie z materiałów nieutwardzonych by nie zwiększać kosztów. Utwardzenie przez zgniot bieżni ze stali niskowęglowej może znacznie poprawić współpracę z rolkami. W urządzeniach gdzie jest wymagana duża dokładność należy utwardzić powierzchnię współpracującą do 60 HRC. Wytrzymałość bieżni stalowej (obciążenie, które może przenieść bez odkształcenia swej powierzchni) zależy od rodzaju stali, jej twardości oraz średnicy rolki. W specyficznych zastosowaniach parametry bieżni winien podać producent urządzenia. Powierzchnie zewnętrzne rolek i współpracujących bieżni lub krzywek nie zawsze mogą być smarowane, jednakże nawet cienka warstwa oleju lub smaru poprawia współpracę elementów i obniża ich zużycie.

Montaż

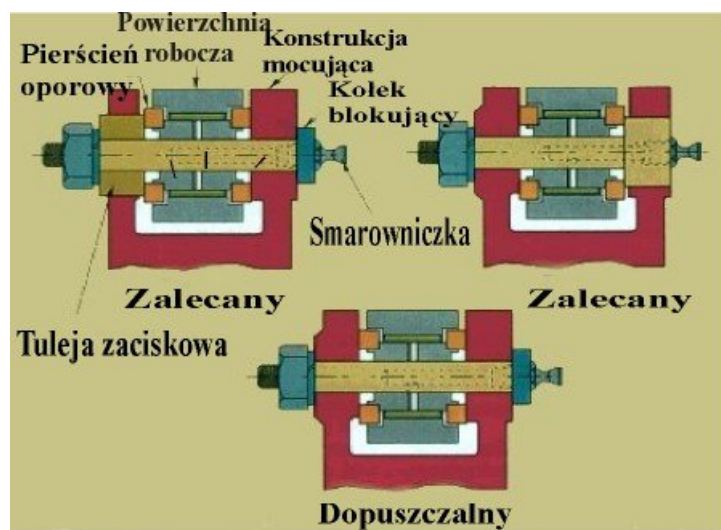
Aby uzyskać długą i bezawaryjną pracę rolek należy zwrócić szczególną uwagę na ich prawidłowy montaż. Rolki z trzpieniem wymagają zastosowania pomiędzy trzpieniem a otworem pasowania suwliwego. Pierścień oporowy rolki powinien mocno przylegać do konstrukcji mocującej, a z osią otworu montażowego winien tworzyć kąt prosty. Wielkość momentu, jaki został użyty przy dokręceniu śrub montażowych, powinna być zgodna z wartością podaną w katalogu. Dokręcenie zbyt dużym momentem powoduje wydłużenie trzpienia i zmniejszenie jego średnicy a to w konsekwencji luz w otworze mocującym. Jeżeli zachodzi potrzeba montażu rolki w ślepych otworze (bez nakrętki i podkładki zabezpieczającej) należy upewnić się, czy trzpień w wystarczającym stopniu mieści się w otworze.

Zastosowanie trzpienia z otworem sześciokątnym umożliwi przykręcenie rolki wystarczająco mocno tak, by pierścień oporowy zyskał mocne oparcie. Dobry efekt daje zastosowanie kołka lub wkrętu zabezpieczającego prostopadle do osi trzpienia (rys.6). Dla poprawnego montażu rolek z pierścieniem mimośrodowym otwór montażowy powinien być na tyle luźny, by umożliwił ustawienie rolki i co najmniej o 0,25 mm dłuższy od pierścienia mimośrodowego. Po uzyskaniu właściwego ustawienia można zabezpieczyć rolkę kołkiem zabezpieczającym.



Rys.6 Sposoby montażu rolek z trzpieniem

Rolki bez trzpienia wymagają montażu zapewniającego mocne oparcie pierścienia oporowego tak, by uniemożliwić obrót pierścienia wewnętrznego rolki. Zalecany sposób montażu umożliwiający dobre oparcie dla pierścienia oporowego pokazuje rys.7.



Rys.7 Montaż rolek z otworem

Trzeci wariant montażu jest dopuszczalny w przypadku gdy sprężystość jarzma jest wystarczająca, by po dokręceniu nakrętki uzyskać zaciśnięcie pierścieni oporowych.