

17. ŁOŻYSKA ŚLIZGOWE



PLAIN BEARINGS



W



PLAIN BEARINGS



PLAIN BEARING

TABELA:

17.	ŁOŻYSKA ŚLIZGOWE
17.1.	łożyska ślizgowe przegubowe poprzeczne
17.2.	łożyska ślizgowe wzdlużne
17.3.	główki cięgieł – typ SA
17.4.	główki cięgieł – typ SI
17.5.	łożyska ślizgowe inne niż przegubowe – typ TUP
17.6.	łożyska ślizgowe inne niż przegubowe – typ TUF
17.7.	łożyska ślizgowe inne niż przegubowe – typ TUW
17.8.	łożyska ślizgowe inne niż przegubowe – typ TUZ

WPROWADZENIE:

17. Łożyska ślizgowe

Łożyska toczne, mimo bogatego asortymentu typów, odmian i rozmiarów w wielu przypadkach nie mogą sprostać stawianym wymaganiom. Pewne cechy łożysk tocznych eliminują ich ewentualne zastosowanie już w fazie założeń konstrukcyjnych – m.in. duży ciężar, znaczny przekrój poprzeczny (wielkość węzła), ograniczenia wymiarowe (serie wymiarowe), dość uciążliwy montaż i demontaż oraz warunki zabudowy (części współpracujące), konieczność stałego lub okresowego dozoru – dosmarowywanie, a także stosunkowo wysoka cena, zwłaszcza łożysk o bardziej złożonej konstrukcji. W ostatnich latach znacznie rozwinęła się inna gałąź łożyskowania – łożyska ślizgowe, które znajdują coraz większe zastosowanie we wszystkich gałęziach nowoczesnego przemysłu.

Można je wstępnie podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- łożyska ślizgowe przegubowe – tę grupę reprezentują łożyska przegubowe **GE** oraz główki cięgieł **SA** i **SI** – obciążenia przenoszone są przez parę własnych powierzchni trących tych łożysk
- inne łożyska ślizgowe – jedna z powierzchni trących należy zawsze do urządzenia współpracującego z łożyskiem – mamy tu do dyspozycji wiele odmian, poczynając od tulejek ślizgowych **TUP**, **TUF**, poprzez podkładki ślizgowe **TUW**, aż po płytki ślizgowe różnych kształtów i rozmiarów.

17.1. Łożyska ślizgowe przegubowe

Dzięki swojej konstrukcji – części toczne zastąpione częściami ślizgowymi, wahlność – są przystosowane do przenoszenia bardzo dużych obciążeń. Realizują ruchy nastawne, oscylacyjne, przechylne i wahlne. Znalazły zastosowanie wszędzie tam, gdzie na skutek bardzo dużych obciążeń łożyska toczne nie potrafiły właściwie spełnić swojej funkcji.

Występuje wiele odmian łożysk ślizgowych ze względu na budowę oraz rodzaj zastosowanych materiałów. Charakterystyczną cechą łożysk przegubowych jest to, że obie powierzchnie pracujące (trące) należą do łożyska.

17.1.1. Rodzaj obsługi a materiał (pary współpracujące)

- stal / stal - minimalny dozór konieczny
- stal / brąz spiekany - bezobsługowe
- stal / tkanina PTFE - bezobsługowe (PTFE – teflon)
- stal / kompozyt PTFE - bezobsługowe (PTFE – teflon)
- chrom / kompozyt PTFE - bezobsługowe (PTFE – teflon)
- stal / specjalny brąz - bezobsługowe.



Rys.57 ślizgowe, poprzeczne, przegubowe

17.1.2. Serie wymiarowe

GE.. + (oznaczenie za wymiarem)

- **..ES** - standard (stal / stal)
- **..ES2RS** - standard (stal / stal) wersja uszczelniona
- **..HS** - zwiększony kąt działania (stal / stal)
- **..HS2RS** - zwiększony kąt działania (stal / stal) wersja uszczelniona
- **..ECR** - standard (chrom / kompozyt)
- **..ECR2RS** - standard (chrom / kompozyt) wersja uszczelniona
- **..HCR** - zwiększony kąt działania (chrom / kompozyt)
- **..HCR2RS** - zwiększony kąt działania (chrom / kompozyt) wersja uszczelniona
- **..QCR** - duże rozmiary (chrom / PTFE - tkanina) dzielony pierścień zewnętrzny.

GW.. - łożyska wzdlużne

Niestandardowe rozmiary zaznaczane są literą **X** za symbolem łożyska.

Do standardowych zastosowań zalecane są łożyska w wykonaniu podstawowym **..ES**, również w wersji uszczelnionej **..ES2RS**. Należy jednak pamiętać, że kąt działania w łożyskach uszczelnianych jest znacznie ograniczony. W wypadku bardzo dużych i zmiennych obciążeń zalecane są łożyska ze zwiększonym kątem działania **..HS**, dostępne również w wersji uszczelnianej **..HS2RS**. Coraz większą popularnością cieszą się łożyska bezobsługowe serii **..CR..** w których standardowe pary trące zostały zastąpione przez parę chrom / kompozyt PTFE. Łożyska największych rozmiarów serii **..QCR** ze względów montażowych mają dwuczęściowy, skręcany śrubami pierścień zewnętrzny.

17.2. Główki cięgieł



Rys.58 główka cięgła z trzpieniem gwintowanym, typ SA... (SAL...)

17.2.1. Serie wymiarowe

- SA.. - główka męska, gwint prawy
- SAL.. - główka męska, gwint lewy
- SI.. - główka żeńska, gwint lewy
- SIL.. - główka żeńska, gwint lewy.

17.2.2. Oznaczenia par trących

- T/K - stal / PTFE (folia dla mniejszych lub nasączana tkanina dla większych łożysk)
- SS/M - stal kwasoodporna / mosiądz.



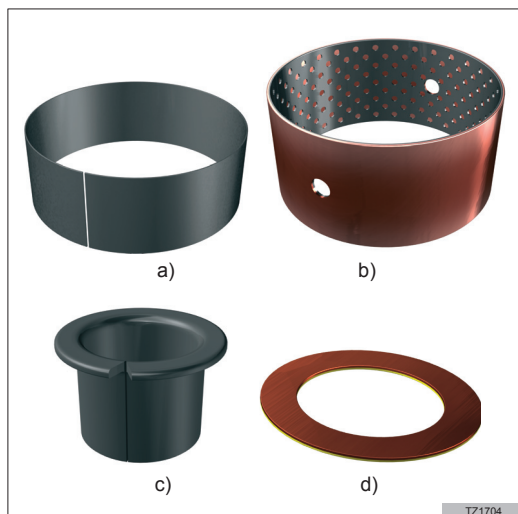
Rys.59 główka cięgła z otworem gwintowanym, typ SI.. (SIL...)

Główki cięgieł z wbudowanymi łożyskami ślizgowymi są gotowymi do zabudowy częściami i mogą być szybko i łatwo zamocowane do współpracujących elementów maszynowych. Mnogość rozwiązań technicznych opierających się z jednej strony na zastosowaniu różnych łożysk ślizgowych (różne materiały par ślizgowych), z drugiej na różnych opcjach montażu (gwinty wewnętrzne lub zewnętrzne, prawe lub lewe) daje możliwość wielu rozwiązań konstrukcyjnych. Standardowe wykonanie (T/K) opiera się na parze trącej stal / PTFE (folia, a w większych łożyskach tkanina nasączana). Do pracy w trudnych warunkach doskonale nadają się główki SS/M, gdzie para trąca to specjalna stal kwasoodporna / mosiądz.

17.3. Tulejki ślizgowe i podkładki ślizgowe typu TUP.. TUF.. TUW..

17.3.1. Podstawowe serie

- TUP1.. TUP2.. - tulejki ślizgowe
- TUF1.. - tulejki ślizgowe z kołnierzem
- TUW1.. TUW2.. - podkładki ślizgowe



Rys.60 a,b) tulejka ślizgowa TUP, c) tulejka ślizgowa z kołnierzem TUF, d) podkładka ślizgowa TUW

Do takiego rozwoju łożysk ślizgowych przyczynił się postęp w trybologii - nauce zajmującej się między innymi problematyką tarcia. Dzięki nowej technologii warstwowych materiałów kompozytowych i polimerowych łożyska ślizgowe mają niemal nieograniczone zastosowanie.

Nowe materiały, z których wykonywane są powierzchnie trące, nadały łożyskom nieocenione cechy:

- niewielkie opory ruchu (mały moment tarcia, mały współczynnik tarcia)
- duża odporność na zużycie
- zdolność przenoszenia zakładanych obciążeń
- tłumienie drgań
- łatwość obróbki mechanicznej powierzchni ślizgowych.

Dodatkowe, równie istotne cechy:

- prosta budowa
- minimalny przekrój poprzeczny
- dostępność wszelkich kształtów i rozmiarów
- dobór powierzchni trących w zależności od wymogów
- bezobsługowa praca
- niska cena

17.3.2. Struktura materiałów

17.3.2a UF-1 kompozyt na bazie politetrafluoroetylenu – teflonu (PTFE)

- PTFE z ołowiem wprasowany w porowatą warstwę brązu
- brąz porowaty
- materiał bazowy – stal
- pokrycie cynkiem i pokrycie elektrolityczne miedzią.

UF-1 złożony jest z trzech warstw materiałów: wewnętrzna warstwa ze stali, zespolona metodą termiczną z porowatą warstwą brązu, nasyconą i przeplatana materiałem z polimeru. Powierzchnia warstwy polimerowej wygładzana do głębokości zagłębień z brązu jest mieszkanką PTFE i ołowiu o grubości ok. 0,01-0,03 mm.

Charakterystyka zastosowania

- małe zapotrzebowanie na olej lub nawet brak oliwienia tam, gdzie trudno go zaaplikować lub gdzie nie jest w ogóle używany
- niski współczynnik tarcia, powolne zużycie, długa żywotność
- może przenosić obciążenia na całej powierzchni z zachowaniem elastyczności i plastyczności
- może być używane w temperaturze od -195 do $+280^{\circ}\text{C}$
- niski poziom wibracji, hałasu i zanieczyszczenia powietrza
- wytwarzanie cienkiej powłoki z PTEE i ołowiu, chroniącej powierzchnię metalu przed matowieniem
- wymagana obniżona twardość powierzchni współpracującej
- kompaktowa i lekka konstrukcja
- odporność na olej i wodę
- niska rozszewalność cieplna
- dobre przewodnictwo cieplne, przy dużej stabilności wymiarów
- przy wykorzystaniu specjalnych metali do powlekania zachowuje odporność na gazy i różnego rodzaju smary przemysłowe
- zwiększona tolerancja na kurz i zanieczyszczenia.

Ścieralność

UF-1 ma bardzo niski współczynnik ścieralności, który mieści się w przedziale $0,03 - 0,20$, a przy większych obciążeniach i mniejszych prędkościach spada. Przy śladowych ilościach oleju współczynnik ścieralności dla UF-1 może być niższy niż $0,05$ mimo małego obciążenia i dużej prędkości.

Noszenie

UF-1 jest stosunkowo łatwe do docierania. Początkowa wartość (powierzchni ścieralnej) wynosi $0,010 \sim 0,02$ mm, podczas gdy część powierzchni PTFE jest przekazywana (przenoszona) na powierzchnię współpracującą, tworząc półprzezroczystą warstwę, która zachowuje się jak zabezpieczający smar, chroniąc jednocześnie powierzchnię współpracującą.

Właściwości chemiczne

Powierzchnia UF-1 jest odporna na większość środków chemicznych. Zewnętrzna i wewnętrzna strona ze stali jest narażona na utlenianie i może być powlekana cienką warstwą ochronną. W przypadku wystawienia na działania korozyjne UF-1 jest elektrolitycznie zabezpieczony ołowiem, niklem, kadmem lub chromem.

Obciążenia graniczne

Obciążenia graniczne dla UF-1 mogą dochodzić do 140 MPa przy stałym charakterze obciążenia. Przedłużenie żywotności wymaga zmniejszenia obciążenia do 56 MPa przy dynamicznym i zmiennym charakterze.

Współczynnik PV – graniczny

Iloczyn obciążenia i prędkości ślizgowej nazywany jest wartością **PV** łożyska. To bardzo istotny czynnik przy wyborze materiału do wykonania łożyska, który jednocześnie pozwala przewidzieć czas pracy. Oczywiście im dłuższa żywotność łożyska jest potrzebna, tym mniejsza powinna być wartość współczynnika PV. Ponadto różne typy obciążeń mogą oddziaływać na żywotność tulei i graniczny PV.

Inne czynniki

Poza obciążeniem, graniczną wartością PV i żywotnością w warunkach ustalonej wartości PV dużą rolę odgrywają: materiał współpracujący, jego twardość oraz powierzchnia wykończenia, a także temperatura otoczenia. Na przykład kiedy tuleja UF-1 obraca się z prędkością $V=1$ [m/s] w pokojowej temperaturze, współczynnik PV wynosi $1,2$ [m/s MPa], a gdy temperatura wzrośnie do 100°C , graniczny PV wynosi $0,72$ [m/s MPa], a w temperaturze 200°C , graniczny PV ogranicza się do $0,24$ [m/s MPa].

17.3.2b UF-2 kompozyt na bazie polioksymetylanu – poliacetalu (POM)

- POM z licznymi wgłębieniami rozłożonymi spiralnie, wypełnionymi przed montażem smarem plastycznym
- brąz porowaty
- materiał bazowy – stal
- pokrycie elektrolityczne miedzią.

UF-2 złożony jest z trzech warstw materiałów: wewnętrzna warstwa ze stali, zespolona metodą termiczną z porowatą warstwą brązu nasyconą i pokrytą modyfikowanym polimerem (poliacetalem), o powierzchni ze spiralnymi wyżłobieniami do rozprowadzania smaru.

Średnica wyżłobień wynosi od $2,5$ do 3 mm, a ich głębokość od $0,3$ do $0,5$ mm. Przed zastosowaniem wyżłobienia są wypełniane olejem lub inną substancją smarującą.

Charakterystyka i spektrum zastosowań

Modyfikowana powierzchnia UF-2 nadaje łożyskom ślizgowym specjalne właściwości. Wyżłobienia w powierzchni pracującej pozwalają optymalnie wykorzystać najmniejszą ilość smaru, co w znaczny sposób podnosi żywotność łożysk, a także zapewnia niemal bezobsługową pracę. W przypadku ograniczenia ilości smaru lub przy braku smarowania graniczne wartości PV znacznie spadają, co poważnie ogranicza stosowanie łożysk w takich warunkach. Łożyska z tworzywem UF-2 są z powodzeniem wykorzystywane w tzw. połączeniach hybrydowych z łożyskami tocznymi – zwłaszcza baryłkowymi i walcowymi. Mogą być przy tym montowane pomiędzy wałem a łożyskiem tocznym lub pomiędzy obudową a łożyskiem tocznym. Takie rozwiązania zalecane są szczególnie przy zmiennych obciążeniach i zmiennej prędkości obrotowej. Łożyska ślizgowe w znaczny sposób ograniczają zużycie łożysk tocznych w momentach rozruchu, częstych zatrzymań i wznowień ruchu oraz poprawiają parametry obrotowe układu.

Obciążenia

Obciążenia tulei z materiałem UF-2 mogą osiągać nawet 140 MPa, pod warunkiem jednak, że są stałe, a prędkość obrotowa jest stosunkowo niewielka. Jednak w celu zwiększenia żywotności łożysk dopuszczalne obciążenia należy ograniczyć.

Żywotność

Żywotność zależy bezpośrednio od wartości PV. Podczas gdy wartość PV wynosi np. $2,5$, żywotność to ok. 200 godzin, a przy wartości PV równej $0,1$ żywotność może przekroczyć 1000 godzin. Okres ponownego smarowania łożysk z UF-2 to ok. połowa życia, np. gdy PV wynosi $2,5$, należy łożysko dosmarować co 100 godzin.

Żywotność łożysk zależy również od temperatury otoczenia, twardości i struktury powierzchni współpracującej.