

Podsumowanie

- Uszczelnienia mają za zadanie zapobiegać wyciekaniu smaru z łożyska tocznego
- Uszczelnienia powinny również zapobiegać przedostawaniu się zanieczyszczeń
- Przy wyborze uszczelnienia należy wziąć pod uwagę takie aspekty, jak rodzaj smaru i prędkość obwodowa pierścieni łożyska
- Istnieją dwa rodzaje uszczelnień: uszczelnienia zintegrowane i zewnętrzne
- Uszczelnienia zewnętrzne można podzielić na uszczelnienia bezkontaktowe i uszczelnienia kontaktowe
- Uszczelnienia bezkontaktowe nadają się do zastosowań wymagających dużych prędkości
- Uszczelnienia kontaktowe mają gumową wargę uszczelniającą i charakteryzują się większą zdolnością uszczelniania oraz wyższym momentem tarcia

Podczas projektowania węzła łożyskowego zawsze należy pamiętać o kwestii *uszczelnienia*. W poniższym materiale omówimy zarówno koncepcje uszczelnień zintegrowanych, jak i zewnętrznych. Oba rodzaje uszczelnień służą do zapobiegania wyciekaniu **smaru** i przedostawaniu się zanieczyszczeń (takich jak kurz i woda) do łożyska tocznego.

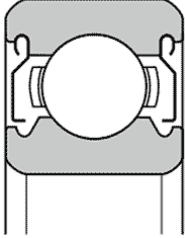
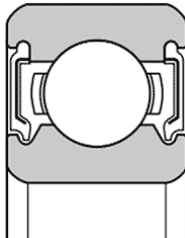
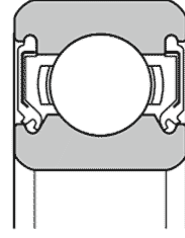
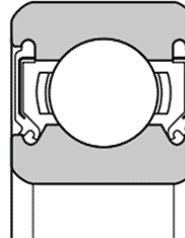
Warianty uszczelnień dla łożysk tocznych

Uszczelnienia zintegrowane są wbudowane w łożysko toczne i wciskane w **pierścień wewnętrzny** lub zewnętrzny. Uszczelnienia zintegrowane stosuje się głównie w łożyskach kulkowych. Z kolei uszczelnienia zewnętrzne należy zaplanować na etapie projektowania. Stosuje się je w typach łożysk, w których nie ma uszczelnienia zintegrowanego (głównie w łożyskach rolkowych) lub gdy **uszczelnienie** zintegrowane jest niewystarczające i łożysko nadal wymaga dodatkowej ochrony. Funkcje uszczelnień zintegrowanych i zewnętrznych są identyczne.

Przy wyborze uszczelnienia należy wziąć pod uwagę pewne czynniki. Należą do nich rodzaj smaru, prędkość obwodowa na krawędzi uszczelnienia, błędy montażowe wału, ograniczenia przestrzenne, tarcie uszczelnienia i związany z tym wzrost temperatury. Ważną rolę przy wyborze uszczelnienia odgrywa również materiał, z którego jest ono wykonane. Oczywiście należy również wziąć pod uwagę poniesione koszty.

Uszczelnienia zintegrowane

Uszczelnienia zintegrowane można podzielić na różne typy, z których niektóre zostały bardziej szczegółowo opisane w niniejszym rozdziale. Wszystkie wymienione poniżej uszczelnienia służą do ochrony przed pyłem i innymi zanieczyszczeniami oraz bardzo często są montowane po obu stronach. Głównymi uszczelnieniami zintegrowanymi producenta łożysk tocznych NTN są uszczelnienia ZZ, LLB, LLU i LLH (o niskim momencie tarcia).

Typ, oznaczenie	Wersja z metalową osłoną		Wersja z uszczelnieniem elastomerowym	
	Osłona bezkontaktowa ZZ	Uszczelnienie bezkontaktowe LLB	Uszczelnienie kontaktowe LLU	Uszczelnienie kontaktowe LLH o niskim momencie tarcia
Konstrukcja				
	Metalowe blaszki są umocowane w rowku pierścienia zewnętrznego; rowek w kształcie litery V z labiryntową szczeliną biegnie w pierścieniu wewnętrznym	Blaszka metalowa z nawulkanizowaną gumą jest zamocowana w pierścieniu zewnętrznym; krawędź uszczelniająca biegnie blisko wewnętrznej krawędzi w rowku w kształcie litery V, ale bez kontaktu	Blaszka metalowa z nawulkanizowaną gumą jest zamocowana w pierścieniu zewnętrznym; wewnętrzna krawędź uszczelniająca styka się z rowkiem w kształcie litery V na krawędzi wewnętrznej	Podstawowa konstrukcja jest taka sama jak w przypadku LLU, ale kontakt wewnętrznej krawędzi uszczelniającej jest mniejszy. Powoduje to mniejszy moment tarcia

Porównanie wydajności	Moment tarcia	Niski	Niski	Stosunkowo wysoki	Stosunkowo niski
	Szczelność pyłowa	Bardzo dobra	Lepsza niż ZZ	Doskonała	Znacznie lepsza niż LLB
	Wodoodporność	Słaba	Słaba	Bardzo dobra	Bardzo dobra
	Dopuszczalne prędkości obrotowe	Jak typ otwarty	Jak typ otwarty	Ograniczona prędkością obwodową	Wyższa niż LLU
	Dopuszczalny zakres temperatur	Zależy od smaru	-25 °C ~ 120 °C	-25 °C ~ 110 °C	-25 °C ~ 120 °C

Oto przykłady zintegrowanych uszczelnień do łożysk kulkowych oraz ich konstrukcja i właściwości.

Uszczelnienia zewnętrzne

W przeciwieństwie do uszczelnień zintegrowanych, uszczelnienia zewnętrzne nie są zintegrowane z łożyskiem tocznym i muszą być instalowane oddzielnie. Można je podzielić na dwa typy, a mianowicie uszczelnienia bezkontaktowe i uszczelnienia kontaktowe.

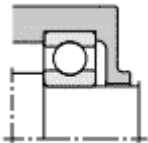
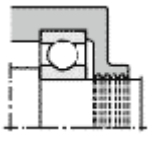
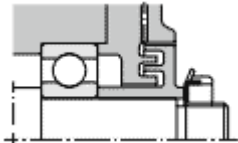
Uszczelnienia bezkontaktowe

Najważniejszą cechą uszczelnień bezkontaktowych jest to, że w tym wariancie między uszczelnieniem a częścią obrotową znajduje się niewielka szczelina lub labirynt. Uszczelnienia tego typu nadają się do zastosowań przy dużych prędkościach, ponieważ tarcie między elementami ruchomymi praktycznie nie występuje. Ponadto w pozostałych szczelinach zazwyczaj stosuje się olej lub smar, aby zapewnić lepszą szczelność.

Przykłady uszczelnień bezkontaktowych

Ogólnie rzecz biorąc, **smarowanie** (olejem lub smarem) między punktem styku wargi uszczelniającej a pierścieniem wewnętrznym lub zewnętrznym łożyska jest niezbędne. W przypadku smarowania olejem wymagane są odpowiednie koncepcje uszczelnienia, które zapobiegają wyciekaniu oleju podczas pracy. Ponadto najważniejsze konstrukcje uszczelnień,

ich właściwości i inne kryteria wyboru odpowiedniego uszczelnienia można znaleźć w poniższych tabelach.

Uszczelnienia bezkontaktowe		
Budowa uszczelnienia	Oznaczenie	Właściwości uszczelniające, kryteria projektowe
	Uszczelnienie szczelinowe	<ul style="list-style-type: none"> Najprostszy rodzaj uszczelnienia Posiada niewielką szczelinę promieniową
	Uszczelnienie szczelinowe z rowkami olejowymi przy otworze obudowy	<ul style="list-style-type: none"> Wewnątrz obudowy znajduje się kilka koncentrycznych rowków olejowych, co znacznie poprawia szczelność Jeśli rowki są wypełnione smarem, zapobiega to przedostawaniu się cząstek obcych do łożyska z zewnątrz
	Uszczelnienie labiryntowe (przykład osiowy)	<ul style="list-style-type: none"> Uszczelnienia labiryntowe mają labirynt szczelinowy (w tym przypadku w kierunku osiowym) Rodzaje: uszczelnienie labiryntowe osiowe, uszczelnienie labiryntowe promieniowe, uszczelnienie labiryntowe samoregulujące

Istotnymi przykładami uszczelnień bezkontaktowych są uszczelnienia szczelinowe i labiryntowe.

Uszczelnienie labiryntowe

Podczas gdy uszczelnienie szczelinowe jest uważane za najprostszą odmianę uszczelnienia, uszczelnienie labiryntowe można uznać za najważniejszy rodzaj uszczelnienia bezkontaktowego. Zapewnia ono maksymalną elastyczność w produkcji, a także bardzo dobrą skuteczność uszczelniania i jest również niedrogim rozwiązaniem przy wyborze uszczelnienia. Uszczelnienia labiryntowe mogą pracować prawie z prędkością graniczną łożyska tocznego, w zależności od konstrukcji. Istnieją trzy główne wersje uszczelnień labiryntowych: osiowe, promieniowe i samoregulujące. Samoregulujące uszczelnienia labiryntowe są stosowane na przykład w [obudowach łożysk](#).

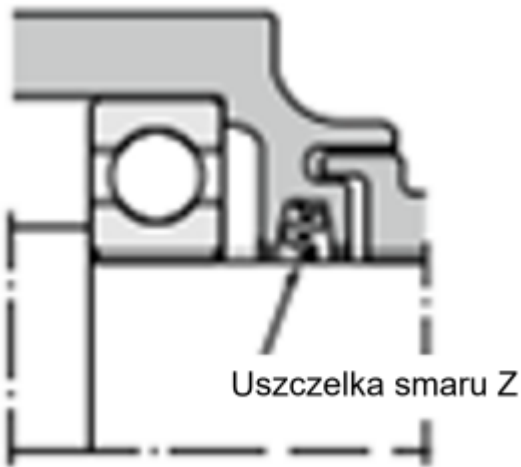
Uszczelnienia kontaktowe

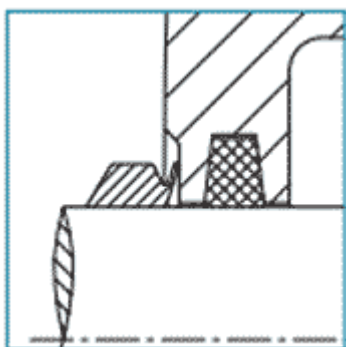
Uszczelnienia kontaktowe to uszczelnienia z formowaną wargą uszczelniającą wykonaną z kauczuku syntetycznego, która uszczelnia wał, obudowę, pierścień wewnętrzny lub [pierścień zewnętrzny](#). Kauczuk jest wulkanizowany na blasze. Dużą zaletą uszczelnień kontaktowych w porównaniu z uszczelnieniami bezkontaktowymi jest ich znacznie większa zdolność uszczelniania. Niemniej jednak w przypadku uszczelnień stykowych znacznie wyższe są również takie parametry jak moment tarcia i wzrost temperatury. Ponieważ wargi uszczelniające uszczelnień stykowych ocierają się o wał, dopuszczalna prędkość obwodowa zależy od typu uszczelnienia i materiału z którego wykonane jest uszczelnienie. Ponadto przed montażem wargę uszczelniającą należy lekko nasmarować, aby nie uległa wyschnięciu lub zużyciu w ciągu pierwszych kilku minut pracy.

Istnieją producenci, którzy specjalizują się w produkcji różnych koncepcji uszczelnień. Oznacza to, że dostępne są uszczelki wykonane z różnych materiałów (w tym metalu i tworzyw sztucznych) oraz w szerokiej gamie wariantów, które mają indywidualne właściwości pod względem zmienności termicznej i wydajności uszczelniania.

Przykłady uszczelnień kontaktowych

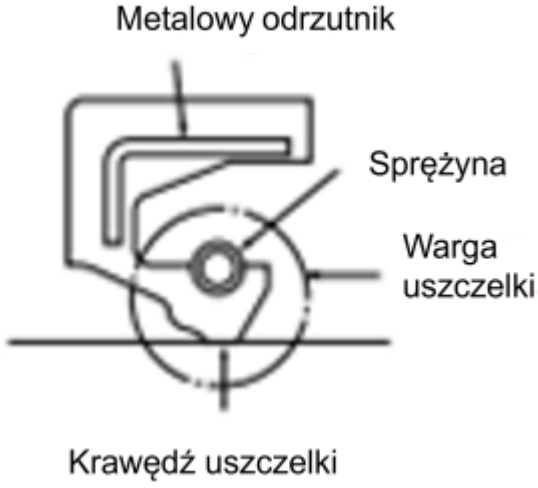
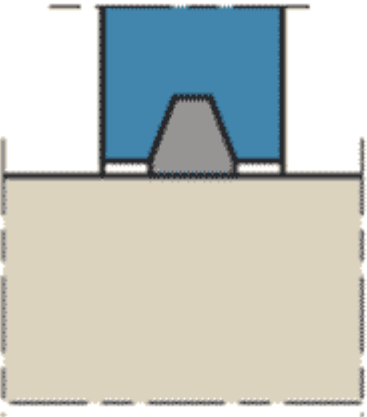
Wszystkie uszczelnienia wymienione w tabeli są przykładami uszczelnień kontaktowych, ale są również uszczelnieniami zewnętrznymi. W przypadku uszczelnień zewnętrznych wał powinien być oszlifowany bez nieciągłości w obszarze styku uszczelnienia, aby zapobiec wyrzucaniu smaru z łożyska.

Uszczelnienia kontaktowe		
Budowa uszczelki	Oznaczenie	Właściwości uszczelniające, kryteria projektowe
 <p>Uszczelka smaru Z</p>	Uszczelnienie smarne typu Z	<ul style="list-style-type: none">• Przekrój poprzeczny przypominający literę Z nadał tej uszczelce nazwę.• Wolna przestrzeń wokół litery Z jest wypełniona smarem uszczelniającym• Często stosowana w połączeniu z dzielonymi obudowami łożyskowymi



Uszczelnienie pierścieniowe typu V

- Poprawia skuteczność uszczelnienia dzięki osiowej krawędzi uszczelniającej
- Pierścień V zapewnia skuteczne uszczelnienie przed zanieczyszczeniami zewnętrznymi (np. pyłem lub wodą) dzięki wykorzystaniu siły odśrodkowej.
- Zwykle stosowane w połączeniu ze smarowaniem smarem
- Na zdjęciu: [Uszczelka](#) z paska filcowego (wstępnie nasmarowana) w połączeniu z uszczelką typu V-ring. Takie połączenie jest często stosowane w obudowach łożysk.

 <p>Metalowy odrzutnik</p> <p>Sprężyna</p> <p>Warga uszczelki</p> <p>Krawędź uszczelki</p>	<p>Uszczelnienie promieniowe wału</p>	<ul style="list-style-type: none"> • W pobliżu krawędzi uszczelniającej znajduje się sprężyna. Zapewnia to wstępne napięcie krawędzi uszczelniającej, a tym samym odpowiednią szczelność • Ponieważ krawędź uszczelniająca jest mocno dociśnięta do wału, skuteczność uszczelnienia jest wysoka • Należy przestrzegać informacji dotyczących naprężenia wstępnego zgodnie z instrukcjami producenta
	<p>Uszczelnienie pierścieniowe filcowe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Przed montażem filc nasącza się olejem o temperaturze 80°C • Standaryzowane wgłębienia w obudowach • Stosowane w łożyskach z dzieloną obudową • Zalecane smarowanie smarem

Uszczelnienie smarne typu Z, uszczelnienie pierścieniowe typu V, uszczelnienie wału obrotowego i uszczelnienie pierścieniowe filcowe są uszczelnieniami kontaktowymi

Otwory odciążające dla uszczelnień kontaktowych

Wszystkie uszczelnienia kontaktowe powinny mieć otwór odciążający, aby zapewnić wyrównanie ciśnienia między łożyskiem a otoczeniem łożyska przez cały czas. Otwór ten musi być umieszczony w taki sposób, aby w obudowie nie występowało nadmierne ciśnienie, które mogłoby spowodować wyciek smaru. Przy wyborze otworu odciążającego należy wziąć pod uwagę położenie montażowe jednostki napędowej, aby zapobiec wyciekowi smaru. Podczas procesu malowania należy upewnić się, że otwór odciążający nie zostanie przypadkowo zamknięty. W odniesieniu do uszczelnienia promieniowego wału należy przestrzegać dopuszczalnej prędkości obwodowej wargi uszczelniającej. Ponadto kierunek montażu uszczelnienia wału obrotowego determinuje jego funkcję. Uszczelnienie wału obrotowego może zapobiegać przedostawaniu się zanieczyszczeń lub wyciekaniu smaru.

Uszczelnienie/materiał		Dopuszczalna prędkość obwodowa m/s $V(m/s) = (\pi \times d(mm) \times n(r/min)) / (60 \times 1000)$	Dopuszczalna temperatura
Uszczelnienie promieniowe wału	NBR	16 lub mniej	-25 ~ +120°C
	ACM	26 lub mniej	-15 ~ +150°C
	FKM/ FPM	32 lub mniej	-30 ~ +200°C
Uszczelnienie smarne Z	NBR	6 lub mniej	-25 ~ +120°C
Pierścień V	NBR	40 lub mniej	-25 ~ +120°C

W tabeli znajdują się informacje dotyczące dopuszczalnej prędkości w zależności od materiału uszczelnienia i temperatury.

Może Cię zainteresować

Łożyska samonastawne

9. marca 2022

Charakterystyka łożysk samonastawnych łożyska samonastawne, są zasadniczo zbudowane jak łożyska kulkowe zwykłe, jedynie posiadają sferyczną powierzchnię pierścienia zewnętrznego. Z kolei mocowanie w oprawie samonastawnej ma

[Czytaj więcej »](#)

Łożysko kulkowe zwykłe

1. marca 2022

Charakterystyka łożysk kulkowych zwykłych łożyska kulkowe zwykłe istnieją w swojej obecnej formie od około 150 lat, podlegając licznym optymalizacjom. Są nie tylko jednym z najstarszych

[Czytaj więcej »](#)

Montaż łożysk i konstrukcja elementów otaczających

5. kwietnia 2022

Ogólnie rzecz biorąc, łożysko jest tak dobre, jak jego otoczenie. Kto może osiągać najlepsze wyniki, jeśli nie czuje się komfortowo w swoim otoczeniu? Czy przeczytałeś

[Czytaj więcej »](#)

Przegląd typów łożysk tocznych

21. marca 2022

Jeżeli przeczytałeś nasz artykuł na temat podstaw łożysk tocznych, wiesz dobrze, że łożyska te można zasadniczo podzielić na dwa rodzaje – łożyska kulkowe i łożyska

[Czytaj więcej »](#)

Smarowanie

9. marca 2022

Nic nie działa bez smarowania – każde łożysko pracuje ze smarem lub olejem. Jest to podstawowym warunkiem uniknięcia kontaktu metal-metal między elementami łożyska, tj. elementy

[Czytaj więcej »](#)

Wybór pasowania

9. marca 2022

Pasowanie ciasne, mieszane, luźne. Poniższy artykuł może Ci rozpoznać i zdefiniować te trzy rodzaje. Zaczniemy od tego czym właściwie jest wybór pasowania i o czym

[Czytaj więcej »](#)