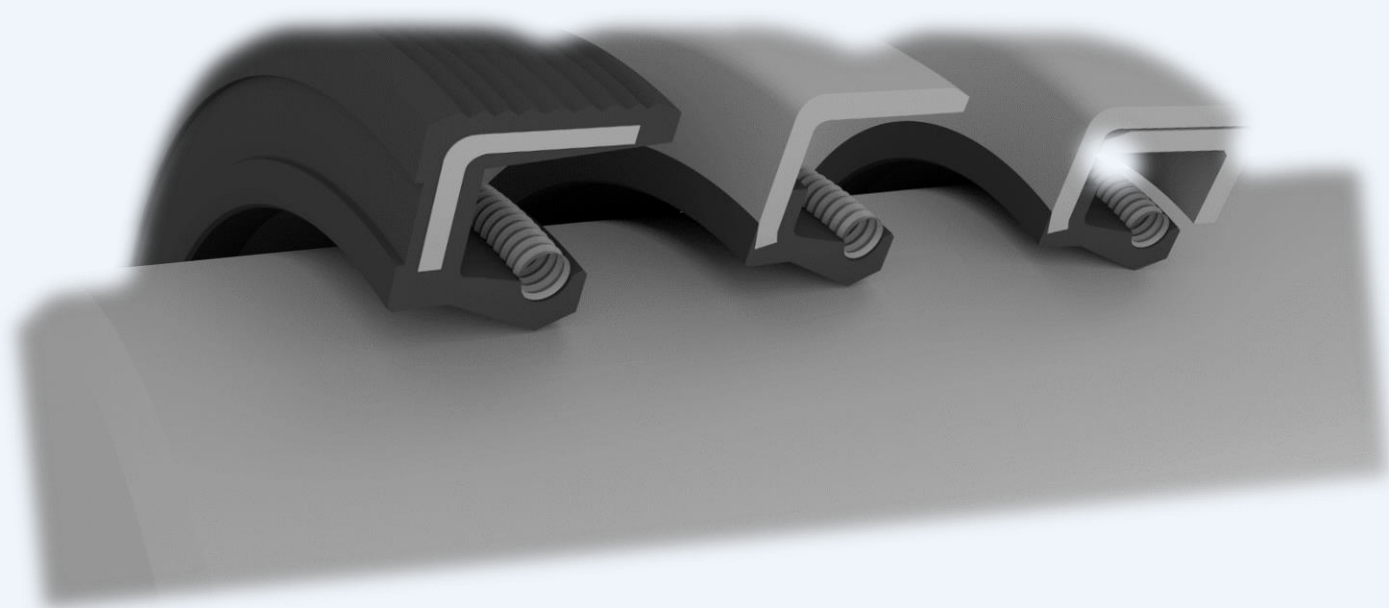
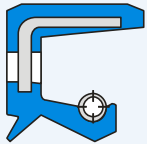


RADIAL SHAFT SEALS

PROMIENIOWE USZCZELNIENIA WAŁU

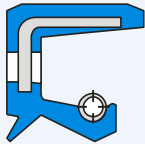


SealDEX
your sealing solution



Spis treści

Opis	4
Typowe aplikacje	4
Wymagania dotyczące uszczelnienia wału	4
Budowa standardowa	4
Oznaczenie (przykład)	5
Normy	5
Jakość	5
Rodzaje budowy	6
Standardowe rodzaje budowy	6
Specjalne rodzaje budowy	7
Rodzaje powierzchni zewnętrznej	9
Zasada działania, funkcja uszczelniająca	10
Szczelność dynamiczna	11
Uszczelnienia wału z wargą hydrodynamiczną	12
Materiały	13
Oznaczenia materiałowe	13
Opis materiałów	14
Materiały standardowe dla promieniowych uszczelnień wału	16
Materiały specjalne dla promieniowych uszczelnień wału	16
Materiały dla sprężyn dociskowych	17
Materiały pierścieni usztywniających	17
Parametry pracy	18
Prędkość obwodowa (obroty)	18
Temperatura	20
Ciśnienie	21
Promieniowe uszczelnienia wału z pierścieniem oporowym	22
Uszczelniane media (odporność)	23
Środki smarne na bazie olejów mineralnych	23
Środki smarne na bazie olejów syntetycznych	23
Agresywne media	23
Miejsce zabudowy – wymagania	25
Wykonanie wału	25
Wykonanie gniazda montażowego	29
Montaż	30
Magazynowanie	32



Opis

Promieniowe uszczelnienia wału są uszczelnieniami obrotowymi. Służą do uszczelniania elementów maszyn w ruchu obrotowym lub oscylacyjnym (głównie wałów). Znajdują szerokie zastosowanie we wszystkich dziedzinach inżynierii mechanicznej.

Typowe aplikacje

- Silniki i przekładnie
 - Przekładnie przemysłowe
 - Przekładniowe
 - Silniki elektryczne
 - Silniki z zapłonem wewnętrznym
- Agregaty hydrauliczne
 - Pompy
 - Silniki
- Zespoły napędowe
 - Maszyny rolnicze
 - Maszyny budowlane
 - Maszyny górnicze
- Sprzęt AGD
 - Pralki
 - Zmywarki
 - Roboty kuchenne
- Maszyny dla przemysłu ciężkiego
 - Walcownie
 - Budowa statków
 - Generatory wiatrowe

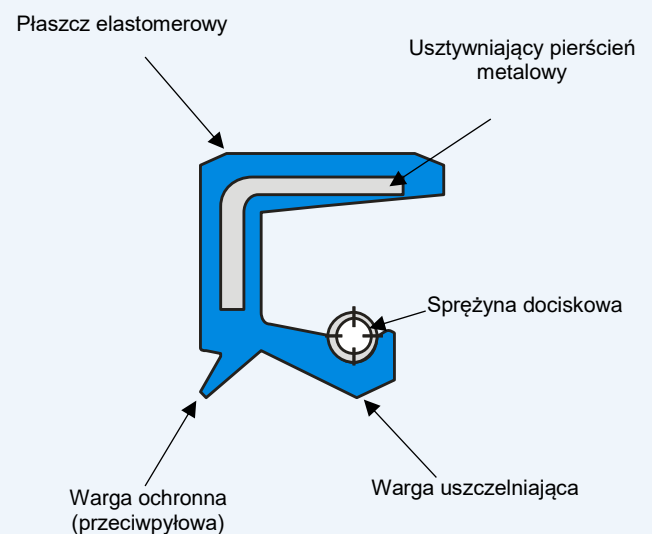
Wymagania dotyczące uszczelnienia wału

- Zapewnienie szczelności węzłów łożyskowych
- Zapobieganiu wycieków środka smarnego podczas pracy i postoju
- Zabezpieczeniu przeniknięcia zanieczyszczeń z zewnątrz do węzłów łożyskowych
- Rozgraniczenie różnych mediów (np. woda, olej)
- Niskie tarcie, mała strata mocy, mały wzrost temperatury
- Prosta instalacja, łatwa wymiana

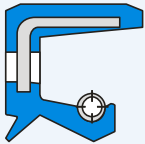
W większości zastosowań uszczelnienia wału mają za zadanie z jednej strony, zatrzymanie środka smarnego w układzie natomiast z drugiej strony zapobieganie przedostania się zanieczyszczeń z zewnątrz do wewnątrz układu. Promieniowe uszczelnienia wału bardzo dobrze spełniają te zadania i dlatego są najczęściej stosowanymi elementami uszczelniającymi.

Budowa standardowa

- Elementy elastomerowe:
 - Warga uszczelniająca
 - Warga ochronna (przeciwpyłowa) – opcja
 - Płaszcz pokrywający usztywniający pierścień metalowy
- Elementy stalowe:
 - Usztywniający pierścień metalowy
 - Sprężyna dociskowa



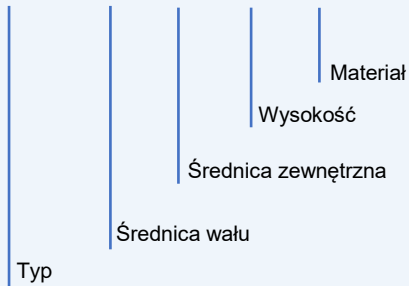
Promieniowe uszczelnienie wału typu OS-A2 z zewnętrznym pierścieniem metalowym, wargą uszczelniającą wzmocnioną sprężyną oraz dodatkowa warga ochronną



Oznaczenie (przykład)

Uszczelnienie wału

OS-A1 40x60x10 NBR



Normy

- DIN 3760
- ISO 6194
- PN-M-73093:1964
- PN-72/M-86965
- PN-72/M-86964
- PN-81/M-86960
- PN-88/M-73067

Jakość

Uszczelnienia wału **SealDEX** produkowane są zgodnie ze ścisłymi wymaganiami jakościowymi we wszystkich dziedzinach, od opracowania, zakupu materiałów produkcyjnych, produkcję, pakowanie, składowanie i wysyłkę.

Zaawansowane metody produkcyjne, wieloletnie doświadczenie, ścisła testy i ciągła kontrola wszystkich etapów, gwarantują spełnienie naszych własnych wymagań jakościowych, obowiązujących norm i standardów a zwłaszcza wymagań naszych klientów.

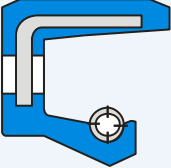
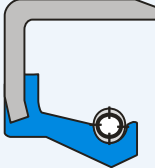
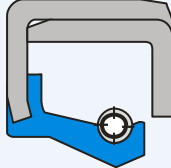
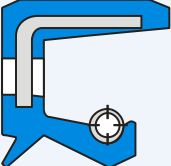
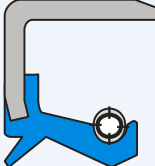
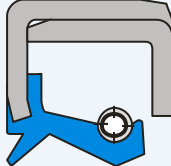
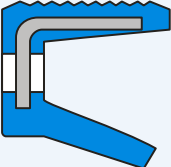
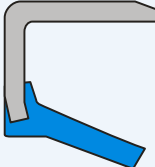
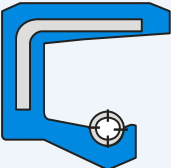
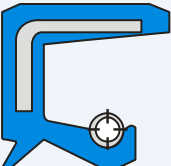
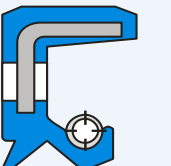
Poniższa jakość dostawy dotyczy wszystkich standardowych uszczelnień wału, dla których nie zostały wykonane żadne inne, specjalne ustalenia:

- Uszczelnienia wału zgodnie z DIN 3760
- Dopuszczalne poziomy jakości AQL 1.5 zgodnie z DIN ISO 2859-1



Rodzaje budowy


Standardowe rodzaje budowy

Warga uszczelniająca	Powierzchnia zewnętrzna		
	Elastomer	Metal	Metal + pierścień wzmacniający
Warga uszczelniająca wzmocniona sprężyna dociskową	OS-A1 	OS-B1 	OS-C1 
Warga uszczelniająca wzmocniona sprężyna dociskową + warga ochronna (przeciwpyłowa)	OS-A2 	OS-B2 	OS-C2 
Warga uszczelniająca bez sprężyny dociskowej	OS-K3 	OS-B3 	
Warga uszczelniająca wzmocniona sprężyna dociskową, pierścień metalowy w całości pokryty elastomerem	OS-F1 		
Warga uszczelniająca wzmocniona sprężyna dociskową + warga ochronna (przeciwpyłowa) pierścień metalowy w całości pokryty elastomerem	OS-F2 		
Warga uszczelniająca wzmocniona sprężyna dociskową + warga ochronna (przeciwpyłowa) przeznaczony do większych ciśnień	OS-P2 		

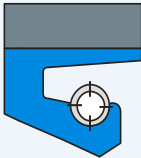
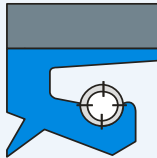
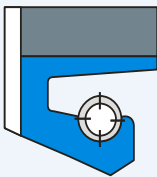
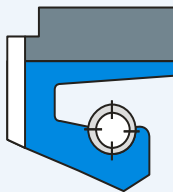
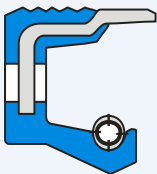

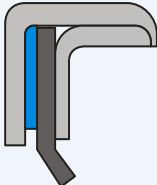
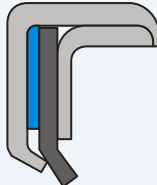
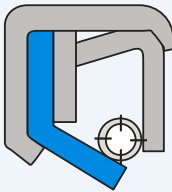
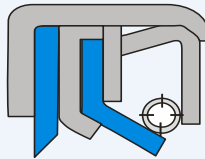
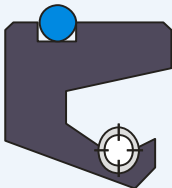
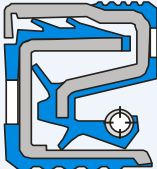


Specjalne rodzaje budowy

Na życzenie dostępna jest pełna gama wzorów specjalnych, których wybór znajduje się poniżej.

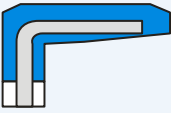
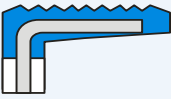
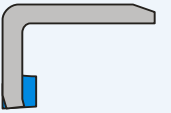
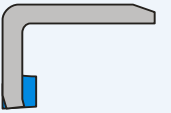
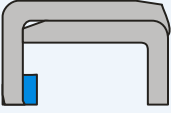

Profil	Opis	Profil	Opis
OS-A4	 <p>Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, Warga uszczelniająca bez sprężyny + warga ochronna (przeciwpyłowa)</p>		
OS-C3	 <p>Powierzchnia zewnętrzna metalowa + pierścień wzmacniający warga uszczelniająca bez sprężyny</p>	OS-C4	 <p>Powierzchnia zewnętrzna metalowa, + pierścień wzmacniający warga uszczelniająca bez sprężyny + warga ochronna (przeciwpyłowa)</p>
OS-D1	 <p>Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, 2 wargi uszczelniające wzmocnione sprężynami dociskowymi, dla oddzielenia dwóch rodzajów mediów</p>	OS-BD1	 <p>Powierzchnia zewnętrzna metalowa 2 wargi uszczelniające wzmocnione sprężynami dociskowymi, dla oddzielenia dwóch rodzajów mediów</p>
OS-K1	 <p>Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, karbowana, warga uszczelniająca wzmocniona sprężyną dociskową</p>	OS-K2	 <p>Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, karbowana, warga uszczelniająca wzmocniona sprężyną dociskową + warga ochronna (przeciwpyłowa)</p>
OS-K3	 <p>Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, karbowana, warga uszczelniająca bez sprężyny dociskowej</p>		
OS-P1	 <p>Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, warga uszczelniająca wzmocniona sprężyną dociskową przeznaczony do większych ciśnień</p>		
OS-Z1	 <p>Uszczelnienie zewnętrzne. pierścień metalowy pokryty elastomerem, warga uszczelniająca wzmocniona sprężyną dociskową</p>		

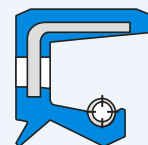


Profil		Opis	Profil		Opis
OS-Q1		Pierścień zewnętrzny z tkaniny gumowanej wargą uszczelniającą wzmocnioną sprężyną dociskową	OS-Q2		Pierścień zewnętrzny z tkaniny gumowanej wargą uszczelniającą wzmocnioną sprężyną dociskową + warga ochronna (przeciwpyłowa)
OS-Q3		Pierścień zewnętrzny z tkaniny gumowanej wargą uszczelniającą wzmocnioną sprężyną dociskową promieniowe rowki smarowe na dolnej stronie	OS-Q4		Pierścień zewnętrzny z tkaniny gumowanej wargą uszczelniającą wzmocnioną sprężyną dociskową promieniowe rowki smarowe na dolnej stronie + obwodowy rowek na zewnętrznej średnicy
OS-BK1		Powierzchnia zewnętrzna pierścienia częściowo pokryta elastomerem, część elastomerowa karbowana, warga uszczelniająca wzmocniona sprężyną dociskową	OS-BK2		Powierzchnia zewnętrzna pierścienia częściowo pokryta elastomerem, część elastomerowa karbowana, warga uszczelniająca wzmocniona sprężyną dociskową + warga ochronna (przeciwpyłowa)
OS-PA1		Powierzchnia zewnętrzna pierścienia metalowa Warga uszczelniająca zaciśnięta bez sprężyny dociskowej	OS-PA2		Powierzchnia zewnętrzna pierścienia metalowa Warga uszczelniająca zaciśnięta bez sprężyny dociskowej
OS-PA3		Powierzchnia zewnętrzna pierścienia metalowa Warga uszczelniająca zaciśnięta wzmocniona sprężyną dociskową	OS-PA4		Powierzchnia zewnętrzna pierścienia metalowa Warga uszczelniająca zaciśnięta wzmocniona sprężyną dociskową
OS-W1		Pierścień zewnętrzny z materiału PTFE / grafit z oringiem wargą uszczelniającą wzmocnioną sprężyną dociskową odporność chemiczna,			
OS-CA1		Uszczelnienie kasetowe			



Rodzaje powierzchni zewnętrznej

Rodzaj powierzchni	Opis	Właściwości
	Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, gładka (Wykończenie jak forma A wg DIN 3760)	<ul style="list-style-type: none">wysokie bezpieczeństwo statycznej szczelności,do obudowy o wysokiej rozszerzalności cieplnejna przykład Metale lekkie,do dzielonych obudów,do obudów o zwiększonej chropowatości powierzchni,w aplikacjach z nadciśnieniem,podczas uszczelniania rzadkich płynnych mediów lub mediów gazowych,brak ryzyka korozji czarnej
	Powierzchnia zewnętrzna pokryta elastomerem, karbowana (Wykończenie jak forma A wg DIN 3760)	Posiada wszystkie właściwości powierzchni gładkiej a dodatkowo: <ul style="list-style-type: none">najlepsze uszczelnienie statyczne na średnicy zewnętrznej dzięki zwiększonemu dociskowemu,łatwiejszy montaż
	Powierzchnia zewnętrzna metalowa (Wykończenie jak forma B wg DIN 3761)	<ul style="list-style-type: none">bardzo mocne i dokładnie dopasowane do obudowy przez zaprasowanie metal/metal,ostrożnie w połączeniu z obudowami z metali lekkich, obudowami o zwiększonej chropowatości powierzchni i aplikacjami z nadciśnieniem: w razie potrzeby użyj środków uszczelniających na średnicy zewnętrznej.
	Powierzchnia zewnętrzna metalowa, lakierowana (Wykończenie jak forma B wg DIN 3761)	
	Powierzchnia zewnętrzna metalowa + pierścień usztywniający (Wykończenie jak forma C wg DIN 3761)	odporność na szorstki lub nieprawidłowy montaż zapewnia większą sztywność w przypadku dużych wymiarów
	Powierzchnia zewnętrzna częściowo metalowa i częściowo pokryta elastomerem. W części elastomerowej karbowana (kombinacja formy A i B)	łączy w sobie bardzo dobrą statyczną szczelność formy A z ciasnym dopasowaniem w obudowie formy B.



Zasada działania, funkcja uszczelniająca

Za niezawodne funkcjonowanie uszczelnienia wału odpowiedzialne są różne czynniki związane z układem uszczelniającym. Cały system uszczelniający, składający się z uszczelnienia wału, wału, obudowy, medium, warunków środowiskowych i roboczych, decyduje o funkcjonowaniu i trwałości uszczelnienia.

Uszczelnienie wału spełnia dwie funkcje uszczelniające:

- uszczelnienie statyczne, pomiędzy otworem oprawy a zewnętrzną średnicą uszczelnienia, które jednocześnie gwarantuje bezpieczne i szczelne dopasowanie uszczelnienia w obudowie
- uszczelnienie dynamiczne pomiędzy krawędzią wargi uszczelniającej uszczelnienia wału i powierzchnią wału (gdy wał jest w stanie spoczynku, uszczelnienie jest również statyczne).

Uszczelnieni statyczne

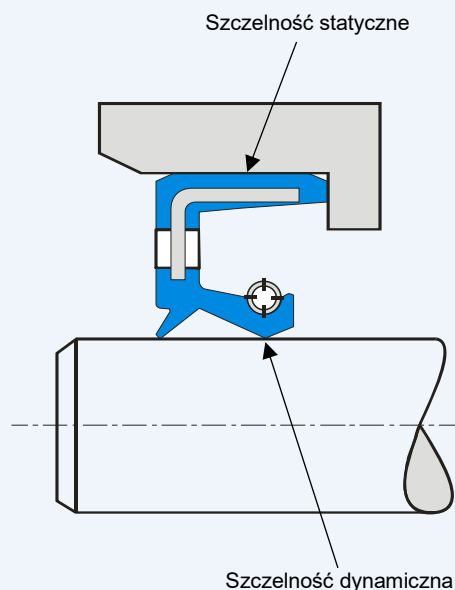
Uszczelnienie statyczne między otworem oprawy a zewnętrzną powierzchnią promieniowego uszczelnienia wału uzyskuje się przez „nadwymiarowanie” zewnętrznej średnicy uszczelnienia (patrz tabele i warianty średnicy zewnętrznej).

Uszczelnienie i przestrzeń montażowa są zaprojektowane tak, aby uzyskać zrównoważone połączenie prostego montażu i statycznej szczelności za pomocą określonych pasowań i fazowania wprowadzającego.

Nadatek na wcisk to wymiar, o który zewnętrzna średnica uszczelnienia wału jest większa niż nominalna wielkość otworu oprawy.

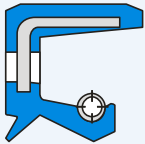
Ø zew. D	Dopuszczalna różnica wymiaru (bicie) dla średnicy zew. D
do 50	0,25
pond 50 do 80	0,35
pond 80 do 120	0,5
pond 120 do 180	0,65
pond 180 do 300	0,8
pond 300 do 500	1,0

Różnica średnicy ($D_{max} - D_{min}$) wynika z 3 lub więcej pomiarów równomiernie rozmieszczonych na obwodzie.



Dopasowanie wciskane dla średnicy zewnętrznej uszczelnienia wału

Ø zew. D	Budowa wg DIN – Typ A	Budowa wg DIN – Typ A + karbowanie	Budowa wg DIN – Typ B i C
	Powierzchnia zew. pokryta elastomerem, gładka	Powierzchnia zew. pokryta elastomerem, karbowana	Powierzchnia zew. metalowa
do 50	+0,30	+0,40	+0,20
	+0,15	+0,20	+0,10
pond 50 do 80	+0,35	+0,45	+0,23
	+0,20	+0,25	+0,13
pond 80 do 120	+0,35	+0,45	+0,25
	+0,20	+0,25	+0,15
pond 120 do 180	+0,45	+0,55	+0,28
	+0,25	+0,30	+0,18
pond 180 do 300	+0,45	+0,55	+0,30
	+0,25	+0,30	+0,20
pond 300 do 500	+0,55	+0,65	+0,35
	+0,30	+0,35	+0,23



Szczelność dynamiczna

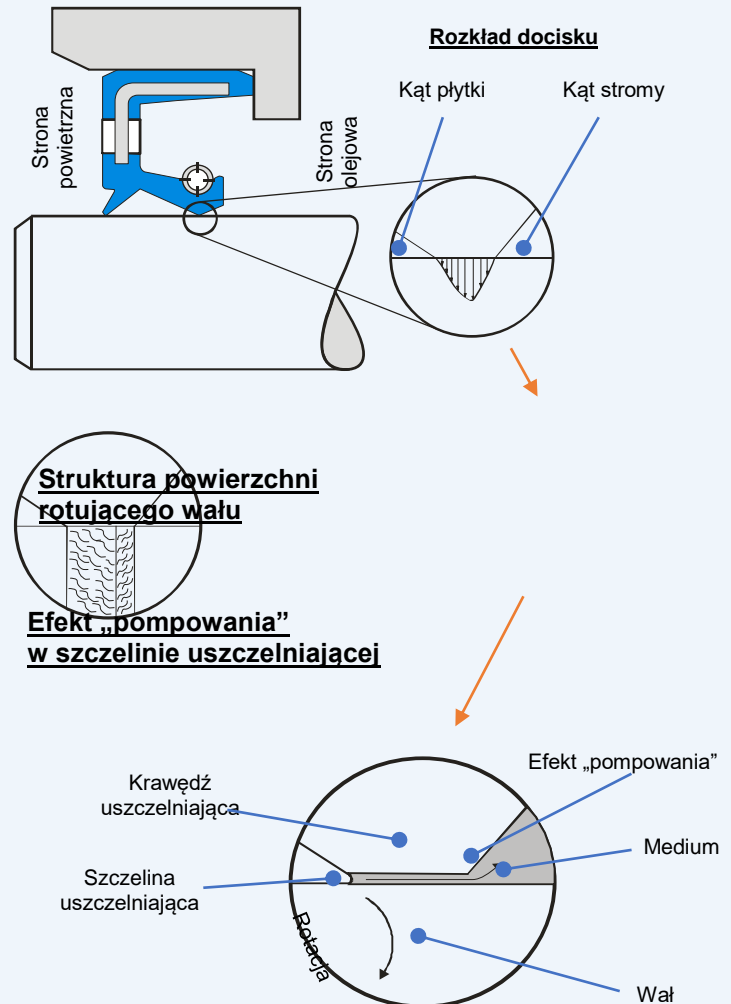
Podczas obracania się wału, powstaje hydrodynamiczny mechanizm uszczelniający w strefie kontaktu między krawędzią uszczelniającą a wałem. Zasadnicze znaczenie dla pojawienia się tego mechanizmu uszczelniającego ma geometria wargi uszczelniającej, materiału wargi uszczelniającej i struktury powierzchni wału.

Ważnymi kryteriami projektowania wargi uszczelniającej są:

- przedni kat warki uszczelniającej: kąt stromy od strony mediów (patrz rysunek po prawej)
- dolny kąt uszczelniający wargi: płaski kąt od strony powietrznej (patrz rysunek po prawej)
- długość i grubość wargi uszczelniającej wpływają na jej elastyczność, od warg do pracy w standardowych warunkach (długi, płaski profil) do ciśnieniowych warg uszczelniających (krótki, wysoki profil)
- długość skuteczna sprężyny: niewielkie wewnętrzne przesunięcie linii działania sprężyny w stosunku do płaszczyzny krawędzi uszczelniającej (patrz rysunek poniżej opisu uszczelnień wału)
- Wstępne naprężenie wargi uszczelniającej: wewnętrzna średnica niezainstalowanego uszczelnienia jest mniejsza niż zewnętrzna średnica wału. Podczas montażu wargę uszczelniającą jest odpowiednio poszerzana.
- Siła promieniowa wargi uszczelniającej: siła przywracająca wargę uszczelniającą do pierwotnego kształtu (z przed montażu) wywiera nacisk na powierzchnię wału. Składa się z naprężeń rozciągających elastomeru oraz nacisku sprężyny dociskowej.

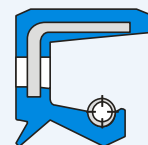
Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej wału, stan poślizgu hydrodynamicznego wynika ze stanu tarcia statycznego poprzez tarcie mieszane. Krawędź uszczelniająca unosi się i tworzy bardzo ciekłą, wypełnioną środkiem smarującym szczelinę uszczelniającą. Środek smarny w szczelinie uszczelniającej spełnia podstawowe zadanie smarowania i chłodzenia punktu styku wargi i powierzchni wału. Ilość środka smarowego wchodzącego do szczeliny uszczelniającej jest nieustannie „wpompowywana” z powrotem do układu przez działanie mikropompowania i nie przedostaje się

na stronę powietrzną uszczelnienia jako wyciek (patrz rysunek "efekt pompowania").



Wspomniany efekt mikropompowania jest spowodowany asymetrycznym rozkładem nacisku styku w szczelinie uszczelniającej, wynikającym z różnych kątów krawędzi uszczelniających i siły promieniowej uszczelnienia (patrz rysunek).

Wraz z początkiem obrotu elastomer jest zniekształcony w strefie kontaktu krawędzi uszczelniającej w kierunku obwodowym. Rezultatem jest struktura powierzchni wielu małych, w kierunku skośnym, zagłębień i elewacji (patrz rysunek "struktura powierzchni"). Krążenie w szczelinie uszczelniającej z medium wału jest odchylane w tych strukturach. Ponieważ z powodu asymetrycznego rozkładu nacisku, więcej struktur wskazuje na stronę środkową niż stronę powietrza, w kierunku strony medium powstaje ogólne działanie pompujące.



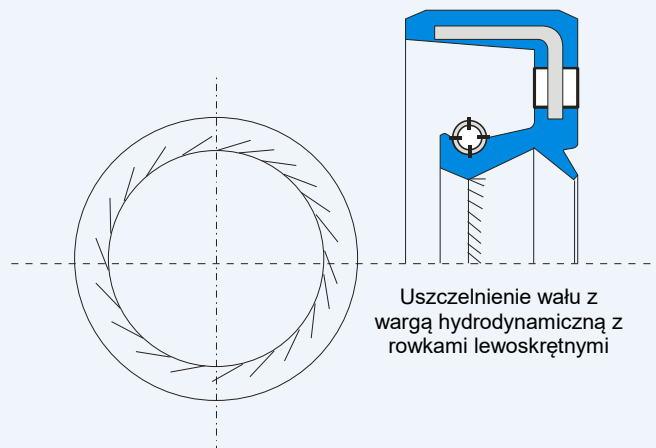
Uszczelnienia wału z wargą hydrodynamiczną

Promieniowe uszczelnienia wału może być wyposażone w wargę uszczelniającą o specjalnej konstrukcji z tak zwanym „skrętem” w dolnej jej części.

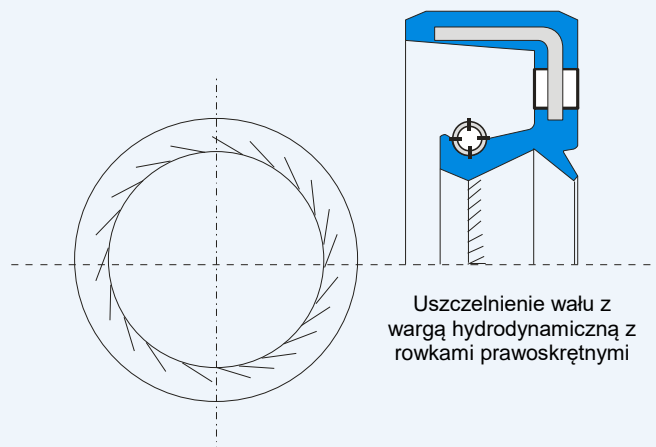
Boczne rowki spiralne pochylone prawo lub lewoskrętnie (w zależności od kierunku obrotu wału) mają za zadanie wspomóc powrót środka smarnego do wewnątrz układu. Kierunek obrotów określa się patrząc od strony powietrznej uszczelnienia. Uszczelnienia mogą również być wyposażone w wargi uszczelniające z naprzemiennymi rowkami dla obrotów prawych i lewych.

Kiedy podczas obrotów wału, medium przechodzi pod krawędzią uszczelniającą i osiąga dolną stronę, rowki spiralne wspomagają transport powrotny, a tym samym hydrodynamiczne działanie uszczelniające.

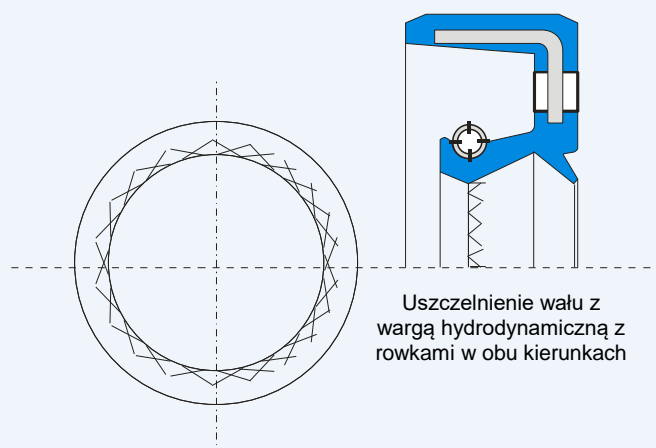
Promieniowe uszczelnienie wału wyposażone w wargę hydrodynamiczną dają większy efekt przenoszenia środka smarnego i dlatego mogą być również stosowane w trudnych warunkach roboczych, takich jak lekko uszkodzone powierzchnie wałów lub zwiększone odchyłki ruchu obrotowego nadal gwarantując niezbędną szczelność układu.



Uszczelnienie wału z wargą hydrodynamiczną z rowkami lewoskrętnymi



Uszczelnienie wału z wargą hydrodynamiczną z rowkami prawoskrętnymi



Uszczelnienie wału z wargą hydrodynamiczną z rowkami w obu kierunkach



Materiały

Szeroki zakres materiałów

Wybór właściwej kombinacji materiałów dla promieniowego uszczelnienia wału jest niezbędny dla niezawodnej pracy i długiej żywotności. Z tego powodu oferujemy zarówno różnorodne materiały standardowe jak i różny szereg specjalnych materiałów do części elastomerowej, sprężyn i pierścieni usztywniających.

Standardowe materiały mają szeroki zakres zastosowań i mogą być używane bezpośrednio z magazynu w większości zastosowań.

W przypadku aplikacji o specjalnych wymaganiach możemy zaoferować specjalne materiały, które są dokładnie dopasowane do twoich potrzeb ze względu na ich skład.

W przypadku aplikacji, dla której żadna z istniejących mieszanek materiałowych nie jest odpowiednia, możemy opracować odpowiednią mieszankę (przy założeniu odpowiednich wymagań).

Produkcja

Materiały są wytwarzane zgodnie ze zdefiniowanymi, ściśle monitorowanymi procesami produkcyjnymi i umożliwiają pełną identyfikowalność od gotowego produktu końcowego do pierwszego etapu produkcji. Ważną częścią promieniowego uszczelnienia wału jest

część elastomerowa. Określenie "elastomery" ma swoje źródło w elastyczności materiałów kauczukowych, które mogą być odkształcane nawet pod małą siłą, ale natychmiast po uwolnieniu wracają do ich pierwotnej postaci. Podstawą tych elastomerów jest kauczuk. Może on być otrzymywana jako kauczuk naturalny na plantacjach lub (obecnie najczęściej) w obszarze produkcji uszczelnień, jako kauczuk syntetyczny, wytwarzany w przemyśle chemicznym.

Aby sprostać różnorodnym wymaganiom nowoczesnych materiałów uszczelniających, oprócz różnych kauczuków bazowych dostępnych jest wiele różnych mieszanin. Każda z tych mieszanek ma własną zdefiniowaną i monitorowaną recepturę, a oprócz bazowego kauczuku, składa się z wypełniaczy, plastyfikatorów, środków wulkanizujących, substancji pomocniczych i innych dodatków.

Promieniowe uszczelnienia wału wytwarzane są z gotowych mieszanek kauczukowych w procesie formowania, tak zwanej wulkanizacji. W formie zabudowanej na prasie, pod wpływem odpowiedniego ciśnienia i temperatury, plastyczny kauczuk przetwarzany jest elastyczny materiał gumowy i trwale łączony z pierścieniem usztywniającym. Dynamiczna krawędź uszczelniająca jest albo już zakończona w formie, albo następnie w procesie odcięcia. Ostatnim etapem produkcji jest wprowadzenie sprężyny do rowka wargi uszczelniającej.

Oznaczenia materiałowe

Nazwa chemiczna podstawowego polimeru	Określenie wg	
	DIN ISO 1629	ASTM D 1418
Kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy	NBR	NBR
Kauczuk fluorowy	FPM	FPM
Kauczuk etylenowo-propylenowy	EPDM	EPDM
Kauczuk silikonowy	VMQ	VMQ
Kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy, uwodorniony	HNBR	HNBR
Kauczuk akrylowy	ACM	ACM
	DIN EN ISO 11043-1	ASTM D 1600
Policzterofluoroetylen	PTFE	PTFE



Opis materiałów

Kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy – NBR

W zakresie standardowych uszczelnień, takich jak o-ringi i promieniowe uszczelnienia wału, NBR jest najczęściej stosowanym materiałem. Powodem tego są dobre właściwości mechaniczne, dobra odporność na ścieranie, niska przepuszczalność gazu i dobra odporność na oleje i smary na bazie olejów mineralnych.

NBR to kopolimer butadienu i akrylonitrylu. Zawartość akrylonitrylu może wynosić od 18% do 50%, w zależności od zamierzonego zastosowania. Niska zawartość ACN poprawia elastyczność na zimno jednak ze szkodą dla odporności na olej i paliwo. Wysoka zawartość ACN zwiększa odporność na olej i paliwo, jednocześnie zmniejszając elastyczność na zimno i zwiększając kompresję. W przypadku zrównoważonych właściwości nasz standardowy materiał NBR ma średnią zawartość ACN ok. 30%.

NBR jest odporny na:

- oleje i tłuszcze na bazie ropy naftowej
- węglowodory alifatyczne
- oleje i tłuszcze pochodzenia roślinnego i zwierzęcego
- oleje hydrauliczne H, H-I, H-LP
- ciecze hydrauliczne HFA, HFB, HFC
- oleje silikonowe i smary silikonowe
- woda (80 ° C max)

NBR nie jest odporny na:

- paliwa z wysoką zawartością aromatów
- węglowodory aromatyczne
- węglowodory chlorowane
- rozpuszczalnik polarne
- ciecze hydrauliczne HFD
- płyny hamulcowe na bazie glicolu
- ozon, warunki atmosferyczne, starzenie

Zakres temperatury pracy:

- standardowo: -30°C ÷ +100°C (krótkotrwale do +120 °C)
- w wykonaniu specjalnym możliwe od -50 °C

Kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy, uwodorniony – HNBR

HNBR powstaje przez selektywne uwodornienie podwójnego wiązania cząsteczek butadienu mieszanki NBR. Wraz ze wzrostem stopnia uwodornienia HNBR wykazuje znacznie polepszoną odporność na wysoką temperaturę, ozon i starzenie, jak również ulepszone właściwości mechaniczne.

Odporność HNBR na media, odpowiada odporności NBR.

Zakres temperatury pracy:

- -30° C ÷ +150° C

Kauczuk fluorowy – FPM

Materiały FPM dominują w wielu zastosowaniach, w których wymagana jest wysoka odporność termiczna i/lub chemiczna. FPM nadal imponuje doskonałą odpornością na działanie ozonu, czynników atmosferycznych i starzenia. FPM jest zalecany do zastosowań próżniowych ze względu na bardzo niską przepuszczalność gazu.

FPM jest odporny na:

- oleje i tłuszcze na bazie ropy naftowej
- węglowodory alifatyczne
- węglowodory aromatyczne
- węglowodory chlorowane
- oleje i tłuszcze pochodzenia roślinnego i zwierzęcego
- ciecze hydrauliczne HFD
- oleje silikonowe i smary silikonowe
- paliwa
- rozpuszczalniki niepolarne
- ozon, warunki atmosferyczne, starzenie

FPM nie jest odporny na:

- płyny hamulcowe na bazie glikolu
- rozpuszczalniki polarne (np. aceton)
- przegrzana para wodna
- gorąca woda
- aminy i alkalia
- kwasy organiczne o wadze niskocząsteczkowej (np. kwas octowy)

Zakres temperatury pracy:

- standardowo: -15°C ÷ +200°C (krótkotrwale do +220°C)
- w wykonaniu specjalnym możliwe od -35 °C



Kauczuk etylenowo-propylenowy – EPDM

EPDM charakteryzuje się szerokim zakresem temperatur stosowania, dobrą odpornością na działanie ozonu, warunków pogodowych i starzenia oraz dobrą odpornością na gorącą wodę i parę. Sieciowane nadtlenkiem materiały EPDM są bardziej odporne termicznie i chemicznie i osiągają lepsze wartości zadane sprężania niż sieciowany siarką EPDM.

EPDM jest odporny na:

- przegrzana para wodna i gorąca woda
- rozpuszczalniki polarna (np. alkohole, ketony i estery)
- kwasy organiczne i nieorganiczne
- zasady (mydliny)
- oleje i smary silikonowe
- płyny hamulcowe na bazie glicolu
- ozon, warunki atmosferyczne i starzenie

EPDM nie jest odporny na:

- Produkty na bazie ropy naftowej (oleje, smary, paliwa)

Zakres temperatury pracy:

- $-45^{\circ}\text{C} \div +130^{\circ}\text{C}$ (związki siarki)
- $-55^{\circ}\text{C} \div +150^{\circ}\text{C}$ (związki nadtlenku)

Kauczuk silikonowy – VMQ

Materiały silikonowe wykazują doskonałą odporność na starzenie w stosunku do tlenu, ozonu, promieni UV i warunków atmosferycznych, a także bardzo szeroki zakres temperatur roboczych z doskonałą elastycznością w niskich temperaturach. Ze względu na bezpieczeństwo fizjologiczne silikon jest odpowiedni do zastosowań w przemyśle spożywczym i medycznym. Silikon wykazuje dobre właściwości elektroizolacyjne i ma wysoką przepuszczalność gazu. Ze względu na ich słabe właściwości mechaniczne, silikonowe pierścienie uszczelniające są preferowane w zastosowaniach statycznych.

VMQ jest odporny na:

- oleje i tłuszcze pochodzenia roślinnego i zwierzęcego
- woda (max. do $+100^{\circ}\text{C}$)
- oleje alifatyczne silnikowe i przekładniowe
- ozon, warunki atmosferyczne, starzenie

VMQ jest odporny na:

- oleje i smary silikonowe
- aromatyczne oleje mineralne
- paliwa
- para wodna pow. $+120^{\circ}\text{C}$
- Kwasy i zasady

VMQ - zakres temperatury pracy:

- standardowo: $-60^{\circ}\text{C} \div +200^{\circ}\text{C}$
- w wykonaniu specjalnym możliwe do $+230^{\circ}\text{C}$

Kauczuk akrylowy – ACM

ACM ma dobrą odporność na oleje mineralne z dodatkami uszlachetniającymi w wyższych temperaturach. Dlatego ACM jest stosowany głównie w uszczelnieniach do branży motoryzacyjnej.

ACM jest odporny na:

- oleje mineralne silnikowe, przekładniowe i Oleje ATF
- ozon, warunki atmosferyczne i starzenie

ACM jest odporny na:

- Płyny hamulcowe na bazie glicolu
- węglowodory aromatyczne i chlorowane
- Gorąca woda, para wodna
- Kwasy i zasady

Zakres temperatury pracy:

- $-20^{\circ}\text{C} \div +155^{\circ}\text{C}$

Policzterofluoroetylen – PTFE

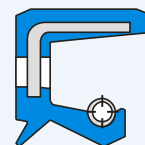
PTFE jest fluorowanym materiałem termoplastycznym o wielu właściwościach, które są bardzo przydatne dla materiału uszczelniającego. Należą do nich bardzo wysoka odporność termiczna i niemal nieograniczona odporność chemiczna. Spośród wszystkich opisywanych tutaj materiałów uszczelniających, PTFE ma najniższy współczynnik tarcia, co sprawia, że materiał jest zalecany do zastosowań dynamicznych.

Czysty, niewypełniony materiał PTFE jest fizjologicznie nieszkodliwy i dlatego jest również stosowany w zastosowaniach spożywczych i technologiach medycznych.

W promieniowych uszczelnieniach wału stosuje się wypełniony PTFE. Nasza konstrukcja OS-W1 jest produkowana jako kompletna część toczona z węgliką PTFE / grafitu. Typy OS-PA1 i OS-PA2 są wyposażone w zaciśniętą wargę uszczelniającą wykonaną z włókna szklanego PTFE / MoS₂. Elastomerowe promieniowe uszczelnienia wału można zaopatrzyć w cienką folię PTFE na krawędzi uszczelniającej w celu zmniejszenia tarcia.

Zakres temperatury pracy:

- -90°C bis $+250^{\circ}\text{C}$

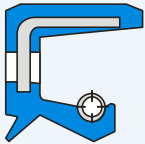

Materiały standardowe dla promieniowych uszczelnień wału

Material	Typ	Twardość [Shore A]	Twardość [Shore D]	Kolor	Zakres temperatur pracy [°C]
NBR	Standard z elastomerową wargą uszczelniającą	70		czarny	-40 do +100
FPM	Standard z elastomerową wargą uszczelniającą	80		brązowy	-30 do +200
NBR	OS-P2	80		niebieski	-40 do +100
NBR	OS-K3	70		zielony	-40 do +100
PTFE Węgiel/Grafit	OS-W1		62	czarny	- 30 do +200 (Ograniczony przez O-ring FPM w OS-W1)
PTFE Włókno szklane / MoS2	OS-PA1 OS-PA2			szary	-90 do +250

Materiały specjalne dla promieniowych uszczelnień wału

Material	Typ	Twardość [Shore A]	Kolor	Zakres temperatur pracy [°C]
NBR domieszka grafitu (zmniejszenie tarcia)	Na zapytanie dla wszystkich typów z elastomerową wargą uszczelniającą	70	czarny	-40 do +100
NBR domieszka MoS2 (zmniejszenie tarcia)		70	czarny	-40 do +100
NBR (dopuszczenie do kontaktu z żywnością)		70	czarny	-40 do +100
NBR (odporny na wysokie temp.)		70	czarny	-30 do +120
NBR (z dużą zawartością ACN)		70	czarny	-30 do +100
NBR (odporny na niskie temp.)		70	czarny	-50 do +90
HNBR		70	czarny	-40 do +140
Silikon VMQ		70	czerwony	-50 do +200
ACM		70	czarny	-20 do +150
EPDM	70	czarny	-40 do +140	

Na życzenie chętnie zaoferujemy Państwu dalsze mieszanki materiałów w innych twardościach, kolorach i kompozycjach.



Materiały dla sprężyn dociskowych

Typ	Materiał		
	Drut ze stali niestopowej Wg DIN EN 10270-1	Stal nierdzewna i kwasoodporna 1.4301 (SAE 30304)	Stal nierdzewna i kwasoodporna 1.4571 (SAE 30316)
Standard	X	Na zapytanie	Na zapytanie
OS-F1 FPM	-	X	Na zapytanie
OS-F2 FPM	-	-	-
OS-W1	-	-	X

Na życzenie dostępne są standardowe promieniowe uszczelnienia wału ze sprężynami wykonanymi ze stali nierdzewnej i kwasoodpornej.

Zastosowanie materiałów sprężyn dociskowych

Medium	Materiał		
	Drut ze stali niestopowej Wg DIN EN 10270-1	Stal nierdzewna i kwasoodporna 1.4301 (SAE 30304)	Stal nierdzewna i kwasoodporna 1.4571 (SAE 30316)
Oleje i smary	X	X	X
Woda	-	X	X
Woda słona	-	-	X

Materiały pierścieni usztywniających

Typ	Materiał		
	Drut ze stali niestopowej Wg DIN EN 10270-1	Stal nierdzewna i kwasoodporna 1.4301 (SAE 30304)	Stal nierdzewna i kwasoodporna 1.4571 (SAE 30316)
Standard	X	Na zapytanie	Na zapytanie
OS-PA1	Na zapytanie	-	x
OS-PA2	-	-	-

Na życzenie oferujemy również standardowe konstrukcje z obudową odporną na rdzę i kwas.

Alternatywnie, obudowa może być całkowicie zamknięta z jednej lub obu stron elastomerem.



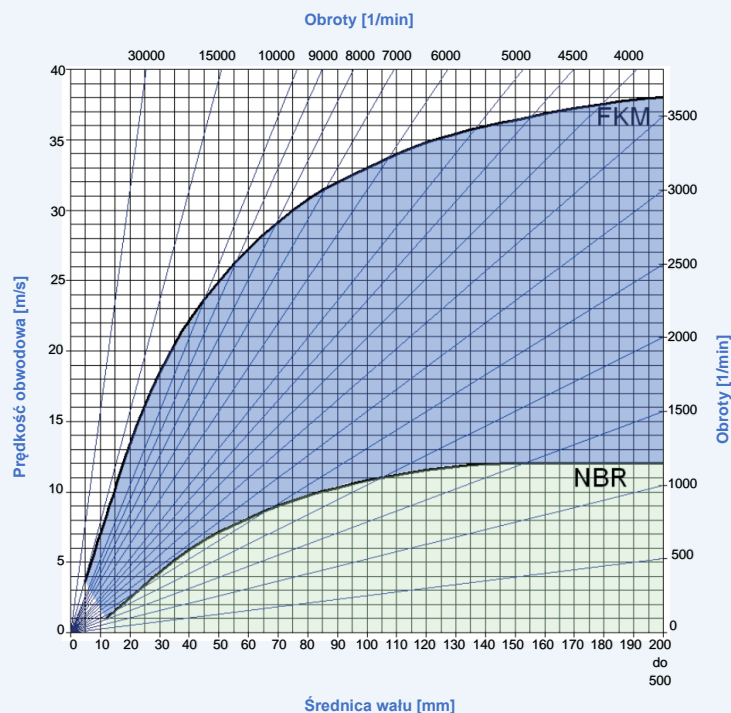
Parametry pracy

Prędkość obwodowa (obroty)

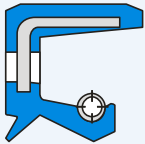
Na sąsiednim wykresie przedstawiono wartości dopuszczalne prędkości obrotowej lub prędkości obwodowej wału dla promieniowych pierścieni uszczelniających wału w zależności od materiału.

Schemat dotyczy pracy bezciśnieniowej i sprzyjających warunków smarowania oraz odprowadzania ciepła. W niekorzystnych warunkach brzegowych wartości dopuszczalne zmniejszają się odpowiednio. Na przykład do smarowania smarem o wartości niższej o 50%.

Zastosowanie uszczelnień wału z dodatkową, ochronną wargą przeciwpylową może prowadzić do wzrostu temperatury wskutek tarcia. W takim przypadku należy również zmniejszyć maksymalną prędkość obwodową.



Dopuszczalna prędkość obwodowa (obroty) w trybie bezciśnieniowym



Praca z diagramem

Przy znanej średnicy wału i znanych obrotach:

Punkt przecięcia linii pionowych powyżej odpowiedniej średnicy wału w [mm] określa się poniżej wykresu z odpowiednią przekątną linii prędkości, zaczynając od prawej lub górnej części wykresu.

Przy znanej średnicy wału i znanej prędkości obwodowej:

Przecięcie linii pionowych powyżej odpowiedniej średnicy wału w [mm] określa się poniżej wykresu z odpowiednią linią poziomą zaczynającą się od lewej krawędzi wykresu przy odpowiedniej prędkości obwodowej w [m/s].

Jeżeli ten punkt przecięcia znajduje się poniżej krzywej NBR, w tym zastosowaniu można zastosować promieniowe uszczelnienie wału z NBR.

Jeżeli punkt przecięcia znajduje się powyżej krzywej NBR, ale poniżej krzywej FPM, można zastosować promieniowe uszczelnienie wału wykonane z FPM (VITON®, nazwa handlowa firmy Du Pont Dow). Materiały NBR w tym obszarze będą przeciążone termicznie z powodu dużej prędkości.

W przypadkach granicznych należy dokładnie ocenić wszystkie parametry aplikacji i w razie potrzeby, wybrać materiał wyższej jakości.

Jeśli wynikowy punkt przecięcia jest również powyżej linii FPM, użycie standardowych promieniowych uszczelnień wału nie jest już zalecane. Skontaktuj się z nami w tych przypadkach, chętnie Ci doradzimy.

Przykład:

- Średnica wału 100 mm
- Obroty 1500 1/min
- Δ Prędkość obwodowa

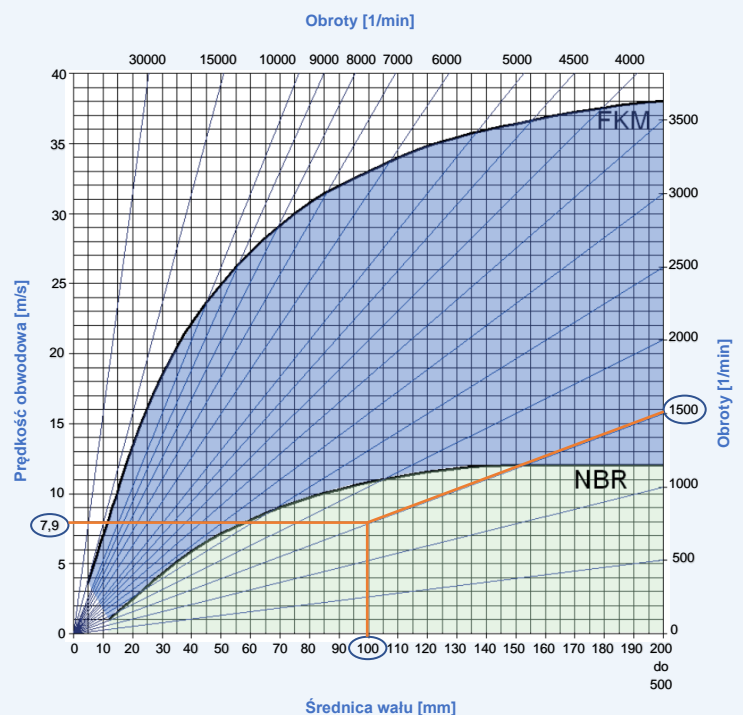
$$v \text{ [m/s]} = \frac{d \text{ [mm]} * n \text{ [1/min]} * \pi}{60000}$$

v – prędkość obwodowa

d – średnica wału

n – liczba obrotów wału

$$v = \frac{100 * 1500 * 3,1416}{60000} \approx 7,9 \text{ m/s}$$



Przykład: dopuszczalna prędkość obwodowa (obroty) przy pracy bez ciśnienia

Wynik:

Określone skrzyżowanie leży w zakresie NBR. Przy dobrym smarowaniu i dobrym rozpraszaniu ciepła można zastosować promieniowe uszczelnienie wału wykonane z NBR.



Temperatura

Obciążenie temperaturowe działające na uszczelnienie składa się z temperatury medium, np. temperatura oleju i temperatury powstałej na skutek tarcia między krawędzią uszczelniającą a wałem.

Uzyskana temperatura w szczelinie uszczelniającej może wynosić do 80 ° C powyżej temperatury środka smarnego w zależności od prędkości obwodowej, stanu smarowania, środka smarnego, warunków rozpraszania ciepła, materiału uszczelnienia wału, wykończenia powierzchni wału i ciśnienia. Podwyższona temperatura 30°C ÷ 40°C może już wystąpić w normalnych warunkach pracy.

Obciążenie spowodowane przegrzaniem musi zostać uwzględnione przy wyborze odpowiedniego materiału zgodnie z poniższą tabelą.

Materiał	Twardość [Shore A]	Kolor	Zakres temperatur [°C]	
			Min	max
NBR	70	czarny	-40	+100
FPM	80	brązowy	-30	+150 (ciągła) +200 (max)
HNBR	70	czarny	-40	+125
VMQ	80	czerwony	-55	+150 (ciągła) +200 (max)
ACM	70	czarny	-20	+150

W przypadku przeciążenia termicznego uszczelnienie może przedwcześnie ulec awarii z powodu nadmiernego zużycia i utwardzenia oraz pęknięcia wargi uszczelniającej.



Ciśnienie

Standardowe promieniowe uszczelnienia wału są zaprojektowane do pracy bez ciśnienia. W przypadku powstania nadciśnienia w urządzeniu, które ma być uszczelnione podczas pracy, zaleca się odpowietrzenie obudowy. Nadciśnienie do 0,05 MPa można jednak kontrolować za pomocą standardowych wzorów. Maksymalne prędkości są zmniejszane zgodnie z poniższą tabelą:

Różnica ciśnienia	Wał	
Max [MPa]	Obroty max. [1/min]	Prędkość obwodowa max. [m/s]
0,05	Do 1000	2,8
0,035	Do 2000	3,15
0,02	Do 3000	5,6

dopuszczalne prędkości po zwiększeniu ciśnienia wg DIN 3760

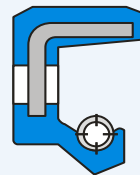
Ze względu na powstałe ciśnienie, wzrasta nacisk stykowy wargi uszczelniającej na wał. Krawędź uszczelniająca jest odkształcana i zwiększa się szerokość styku między wargą uszczelniającą a wałem. Rezultatem jest gwałtowny wzrost tarcia i temperatury. Zwiększone obciążenie musi być brane pod uwagę przy wyborze typu i materiału uszczelnienia. W przeciwnym razie może dojść do utwardzenia wargi co prowadzi do wcześniejszego zużycia uszczelnienia. Zbyt duże przeciążenie może prowadzić do wywinięcia wargi uszczelniającej po stronie powietrznej.

W układach ciśnieniowych istnieje ryzyko, że promieniowe uszczelnienie wału zostanie wyciśnięte z gniazda. Dlatego zalecamy konstrukcyjne zabezpieczenie osiowe, np. zapewnione przez odpowiednie rozwiązanie obudowy lub pierścieni blokujący.

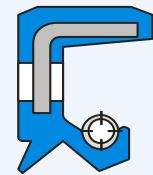
Specjalne konstrukcje uszczelniania wału dla zwiększonego ciśnienia:

Typ OS-P1 lub OS-P2

Warga uszczelniająca i pierścień usztywniający OS-P1 i OS-P2 są specjalnie zaprojektowane do obciążeń ciśnieniowych. Warga uszczelniająca jest krótsza i sztywniejsza, przez co nie dopuszcza do nadmiernego wzrostu ciśnienia styku. Pierścień usztywniający jest umieszczony bliżej średnicy wału i może lepiej podtrzymywać wargę uszczelniającą. Niższa elastyczność wargi uszczelniającej wymaga mniejszych tolerancji w zakresie bicia i współosiowości.



OS-P1



OS-P2

Standardowo uszczelnienia wału dla aplikacji ciśnieniowych produkowane są w wersji OS-P2

Granice zastosowania zależą od prędkości i średnicy wału, patrz tabela:

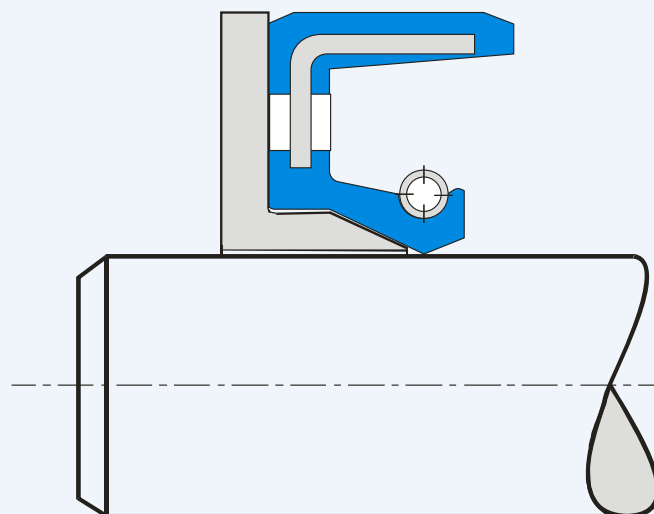
Obroty [1/min]	Średnica wału [mm]		
	20	40	80
0	10	8,5	7
500	10	8,5	5
1000	5,5	4,5	3
2000	3	2,5	1,5
3000	2	1,5	0,3
4000	1,2	0,5	0
5000	0,7	0	-
6000	0	-	-

maksymalne obciążenie [bar] dla typu OS-P2. Informacje dotyczą smarowania olejem i korzystnych warunków dotyczących rozpraszania ciepła.



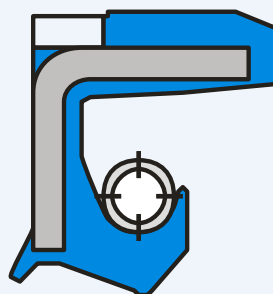
Promieniowe uszczelnienia wału z pierścieniem oporowym

Jako alternatywę dla konstrukcji OS-P2 można zastosować standardowe promieniowe uszczelnienie wału (bez wargi ochronnej) wraz z pierścieniem oporowym. Dopuszczalne ciśnienia są niższe od wartości dla OS-P2. W sprawie odpowiednich rysunków pierścieni wsporczych prosimy o kontakt.



Promieniowe uszczelnienie wału z pierścieniem oporowym

Dla ciśnień przewyższających zakres roboczy OS-P1 i OS-P2 dostępne są inne konstrukcje dostępne na zapytanie. Umożliwia to uszczelnienie ciśnień do 5 MPa (przy bardzo niskiej prędkości obwodowej)





Uszczelniane media (odporność)

Środek do uszczelnienia, w połączeniu z oczekiwaną temperaturą w strefie uszczelnienia, ma decydujący wpływ na wybór promieniowego uszczelnienia wału i jego materiału. Promieniowe uszczelnienie wału powinno być "odporne" na zastosowane medium, co oznacza, że wpływ chemiczny na materiał uszczelniający nie powinien znacząco wpływać na jego właściwości.

Elastomery mogą:

- zmiękczać się z powodu pęcznienia, przy czym materiał pochłania część ośrodka, który ma być uszczelniony.
- utwardzają się w wyniku procesów starzenia, przyspieszanych przez wysokie temperatury.

Ocenę odporności można dokonać poprzez:

1. Własne doświadczenie z porównywalnych aplikacji
2. Informacje z list odporności (w razie potrzeby prosimy i kontakt)
3. Informacje producentów mediów (doświadczenie ze standardowymi elastomerami)
4. Badanie laboratoryjne z oceną zmiany właściwości twardości, objętości, wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu po przebadaniu standardowych próbek
5. Praktyczny test w warunkach rzeczywistych w urządzeniu

W wielu przypadkach spójność pierwszych 3 punktów jest wystarczająco dokładna. W przypadku wrażliwych zastosowań, nieznanymi mediów, mieszanin różnych mediów i zastosowań, w których kilka parametrów osiąga akceptowalne wartości graniczne, wytrzymałość należy wcześniej przetestować (punkty 4 do 6).

Środki smarne na bazie olejów mineralnych

W obszarze nisko składnikowych środków smarnych na bazie oleju mineralnego nasze standardowe promieniowe uszczelnienia wału NBR i FPM są generalnie bardzo odporne. W przypadku specjalnych, środków smarnych, z dużą ilością dodatków zalecamy skonsultowanie się z producentem tego środka i, jeśli to konieczne, przeprowadzenie testu.

Środki smarne na bazie olejów syntetycznych

Wpływ syntetycznego środka smarnego na materiał uszczelniający zależy przede wszystkim od proporcji dodatków stosowanych w środku smarnym. Pozytywny wpływ ich właściwości na środek smarny może mieć szkodliwy wpływ chemiczny na uszczelnienie. Z tego powodu w przypadku wątpliwości zalecamy potwierdzenie testów zgodności.

Ogólnie rzecz biorąc, zastosowanie naszych standardowych promieniowych uszczelnień wału z materiału NBR jest możliwe w przypadku kompatybilnych, nisko składnikowych, syntetycznych środków smarnych i temperaturach do około 60-80 ° C. W wyższych temperaturach lub syntetycznych smarów syntetycznych o wyższej zawartości dodatków, materiał FPM okazał się lepszym wyborem.

Agresywne media

Agresywne media wymagają użycia odpowiednio odpornych materiałów uszczelniających lub kombinacji materiałów. Informacje na ten temat można znaleźć na odpowiednich listach odporności. Z naszej oferty produktów szczególnie odpowiednie tutaj są:

OS-F1 i OS-F2

Elastomer:	FPM
Sprężyna dociskowa:	Stal 1.4310
Pierścień wzmacniający:	Całkowicie pokryty elastomerem (zabezpieczony przed korozją)

OS-PA1 i OS-PA2

Elastomer:	PTFE
Pierścień wzmacniający:	Stal 1.4571

OS-W1

Elastomer:	PTFE
	O-ring - FPM
Sprężyna dociskowa:	Stal 1.4571

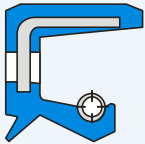


Materiał	Oleje mineralne									Trudnopalne ciecze hydrauliczne VDMA 24317 DIN 24320				Pozostałe media	
	Niska temperatura	Wysoka temperatura (powietrze)	Oleje silnikowe	Oleje przekładniowe	Hypoidalne oleje przekładniowe	Oleje ATF	Ciecze hydrauliczne wg DIN 52524	Oleje opałowe EL i L	Smary	Emulsje olejowe HFA (wodne)	Emulsje wodno-olejowe HFB	Wodne roztwory polimerów HFC	Bezwodne płyny syntetyczne HFD	Woda	Mydliny
NBR	-40	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
FPM	-30	200	150	150	140	150	130	100	150	•	•	-	150	80	80
NBR (wysokotemperaturowy)	-30	120	120	100	100	100	100	90	100	60	60	60	-	80	80
NBR z wyższą zawartością ACN	-30	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
NBR (niskotemperaturowy)	-50	90	90	70	70	80	80	•	80	•	•	•	-	•	•
NBR (dopuszczony do kontaktu z żywnością)	-40	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
NBR (smarowany)	-40	100	100	80	80	100	90	90	90	60	60	60	-	80	80
HNBR	-40	150	110	90	90	110	100	90	100	60	60	60	-	90	90
Silikon VMQ	-55	200	130	130	-	-	-	-	-	•	•	•	-	•	•
ACM	-20	150	125	120	120	120	120	•	120	-	-	-	-	-	-
PTFE	-90	250	150	150	150	150	150	150	150	+	+	+	150	150	+

+ odporny, rzadkie zastosowanie

• odporny warunkowo

- nie odporny



Miejsce zabudowy – wymagania

Wykonanie wału

Aby zapewnić niezawodne działanie i długą żywotność systemu uszczelniającego, bardzo ważne jest dokładne wykonanie konstrukcji wału w obszarze styku z wargą uszczelniającą. W związku z powyższym należy przestrzegać następujących wymagań konstrukcyjnych wału, aby nie doprowadzić do bicia dynamicznego mechanizmu uszczelniającego i wału.

Tolerancja

- Tolerancja na średnicy: ISO h11
- Dokładność wykonania: IT8

Chropowatość powierzchni

Powierzchnia styku wału z wargą uszczelniającą powinna spełniać poniższe parametry:

- $R_a = 0,2 \div 0,8 \mu\text{m}$
- $R_z = 1 \div 5 \mu\text{m}$
- $R_{\text{max}} \leq 6,3 \mu\text{m}$

Chropowatość powierzchni powinna mieścić się w określonych zakresach. Powierzchnie wału o nadmiernej szorstkości powodują zwiększone zużycie krawędzi uszczelniającej i skracając jej żywotność. Mniejsza chropowatość niż zalecana może skutkować niedostateczną ilością środka smarnego na wale co w konsekwencji powoduje wzrost tarcia i temperatury, powodując uszkodzenie krawędzi uszczelniającej i ostatecznie przedwczesne zużycie uszczelnienia.

Twardość

Twardość powierzchniowa wału ma również duży wpływ na żywotność całego systemu uszczelniającego.

- min. 45 HRC dla standardowych aplikacji
- min. 55 HRC w przypadku zanieczyszczonego środowiska zewnętrznego lub zanieczyszczonych mediów, a także przy prędkościach obwodowych $>4 \text{ m/s}$

Głębokość hartowania powinna wynosić co najmniej 0,3 mm. W przypadku powierzchni azotowanych szara warstwa powinna być wygładzona.

Proces obróbki powierzchni wału

Proces obróbki powierzchni wału w obszarze styku promieniowego uszczelnienia z jego powierzchnią ma istotny wpływ na niezawodne funkcjonowanie całego układu uszczelniającego. W szczególności na osiągnięcie wymaganej, gładkiej powierzchni tzn. bez tzw. orientacji skrętnej.

Brak kierunkowości

Powierzchnia wału, szczególnie w obszarze styku z wargą uszczelniającą, powinna być wolna od tzw. kierunkowości, która jest wynikiem sposobu obróbki powierzchni.

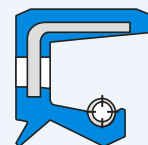
Podczas obróbki powierzchni wału może powstać na jego powierzchni orientacja skrętna (podobna do mikro gwintu), która wywołuje efekt przenoszenia czynnika smarnego podczas obrotu. Zależnie od kierunku obrotu, efekt uszczelniający promieniowego uszczelnienia wału jest wspomagany lub obniżany. W niekorzystnym przypadku, jeśli efekt przenoszenia wału jest większy niż promieniowego pierścienia uszczelniającego wału, prowadzi to do wycieku.

W zastosowaniach, w których występuje tylko jeden kierunek obrotu, efekt ten może być stosowane w szczególności do wspomaganie efektu uszczelniającego.

Szlifowanie wgłębne

Należy przyjąć metodę obróbki polegającą na tworzeniu powierzchni wolnej od skrętu, zalecamy szlifowanie dotykowe (bez przesuwu posiowego ściernicy) aby zapobiec występowaniu linii (wyrzutowej) śrubowej. Podczas szlifowania należy wziąć pod uwagę następujące parametry, aby zagwarantować powierzchnię bez skrętu:

- Stosunek prędkości między ściernicą a obrabianym przedmiotem nie może być liczbą całkowitą.
- Nawet podczas nasuwania, orientacja ściernicy może być przenoszona na powierzchnię wału. W związku z tym należy stosować narzędzia wielościennie z możliwie najmniejszym posuwem osiowym lub rolki profilujące.
- Czas wyiskrzenia powinien być możliwie długi aż do całkowitego jego zakończenia.



Obróbka materiałów twardych

Obecnie z ekonomicznego punktu widzenia coraz więcej powierzchni wałów, w miejscu współpracy z promieniowymi uszczelnieniami wałów jest wytwarzana już w procesie toczenia (bez szlifowania). Posuw posiowy narzędzia skrawającego podczas toczenia, tworzy strukturę „mikro gwintu” na powierzchni wału.

W aplikacjach, w których wał obraca się tylko w jedną stronę, oraz działanie tzw. „mikro gwintu” jest zgodne z kierunkiem działania uszczelnienia wału, typ wargi uszczelniającej zastosowanego uszczelnienia wału nie ma większego znaczenia.

W przypadku, gdy wał obraca się raz w jednym raz w drugim kierunku, efekt tzw. „podawania” środka smarnego w jednym przypadku jest taki sam dla uszczelnienia i wału, natomiast w drugim przypadku jest przeciwny dla uszczelnienia i wału. W drugim przypadku efekt „podawania” ze strony uszczelnienia powinien być większy niż ze strony wału, w przeciwnym razie dojdzie do wycieku. W rzeczywistości wielkość tzw. „podawania” ze strony wału i ze strony uszczelnienia jest trudne do oszacowania, dlatego też w celu uniknięcia przecieków zalecamy przeprowadzenie stosownych prób. Efekt tzw. „podawania” wału można zminimalizować poprzez odpowiednią obróbkę jego powierzchni.

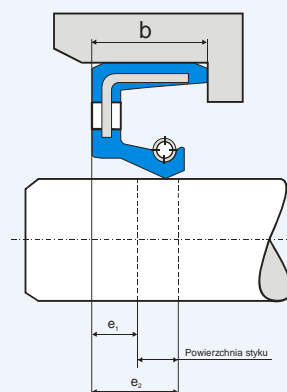
Powierzchnia współpracy wałka z uszczelnieniem

Wszystkie opisane wymagania konstrukcji wału dotyczą obszaru styku między wałem a uszczelką. W poniższej tabeli podano położenie powierzchni styku wału z uszczelnieniem dla wersji uszczelnienia z dodatkową wargą ochronną i bez dodatkowej wargi ochronnej w zależności od szerokości uszczelnienia.

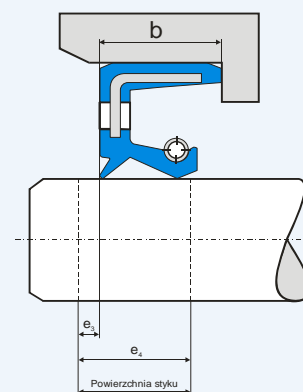
Powierzchnia styku wału z uszczelnieniem wału wg DIN 3760

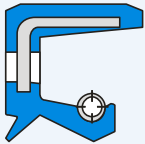
Szerokość uszczelnienia	Powierzchnia styku dla			
	Uszczelnienia wału bez dodatkowej wargi ochronnej		Uszczelnienia wału z dodatkową wargą ochronną	
b	e₁	e₂ min	e₃	e₄ min
7	3,6	6,1	1,5	7,6
8	3,5	6,8	1,5	8,3
10	4,5	8,5	2	10,5
12	6	10	2	12
15	6	12	3	15
20	9	16,5	3	19,5

Powierzchnia styku z wałem dla uszczelnienia bez dodatkowej wargi ochronnej



Powierzchnia styku z wałem dla uszczelnienia z dodatkową wargą ochronną



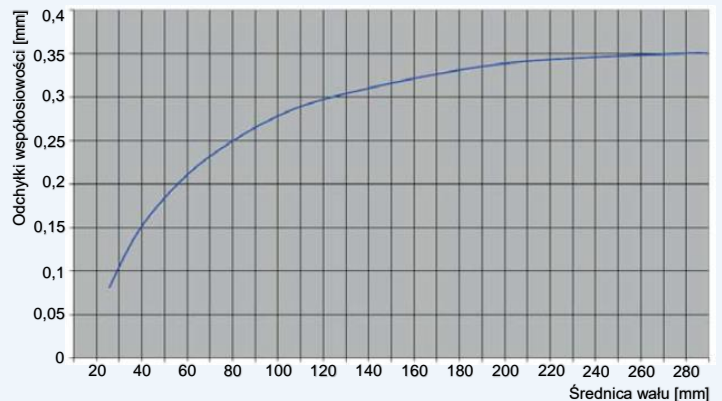


Współosiowość

Jeśli osie środkowe wału i gniazda zabudowy nie znajdują się w tym samym miejscu, mówimy o braku współosiowości. W wyniku odchylenia od współosiowości, tworzy się nierównomierny rozkład siły promieniowej na obrzeżu wału. Po jednej stronie wału, wzajemny nacisk wargi uszczelnienia i wału jest większy i występuje większe zużycie natomiast po stronie przeciwnej nacisk ten jest mniejszy co może doprowadzić do zmniejszenia efektu uszczelnienia.

Wykres obok pokazuje dopuszczone wartości maksymalne.

Dopuszczalne odchylenie współosiowości

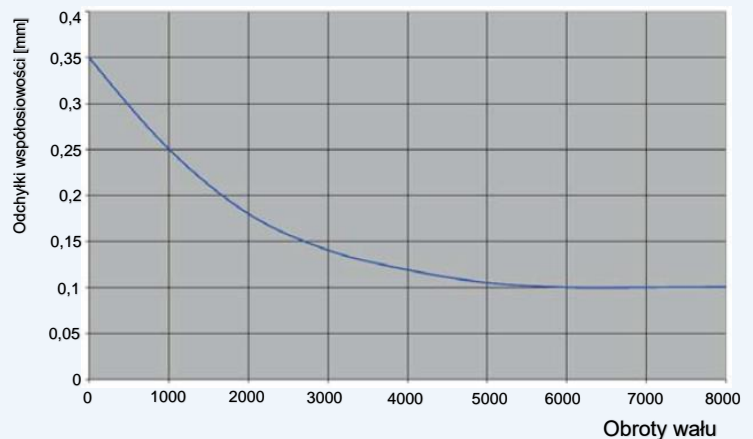


Odchyłki współosiowości – bicie

Odchyłki współosiowości tzw. bicie może prowadzić do wycieku, szczególnie przy wyższych prędkościach obwodowych. Jeżeli weźmiemy pod uwagę jeden punkt na krawędzi wargi uszczelniającej, wówczas wałek, w płaszczyźnie prostopadłej do jego osi, wykonuje ruch w górę i w dół. Po osiągnięciu określonej prędkości obwodowej wałka, częstotliwość ruchów „w górę i w dół” jest na tyle duża, że wargę uszczelniającą nie jest w stanie zachować stałego kontaktu z powierzchnią wału co w rezultacie prowadzi do powstania szczeliny, przez którą medium może uciec w postaci wycieku.

Na wykresie obok podano maksymalne dopuszczalne wartości dla NBR i FKM (w przypadku typów uszczelnień odpornych na ciśnienie, obowiązują wartości ograniczone).

Dopuszczalne bicie dla NBR i FPM



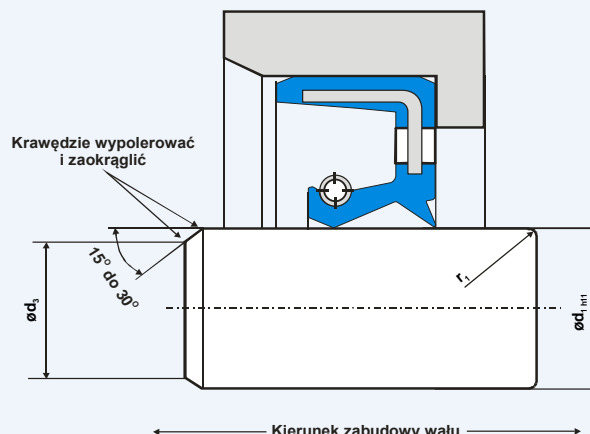


Kąty zabudowy

W zależności od kierunku montażu, krawędzie na wale należy zfazować lub zaokrąglić. Dzięki temu można zapobiec uszkodzeniu wargi uszczelniającej podczas montażu uszczelnienia. Zalecane kąty, promienie i średnice można znaleźć na rysunku i w tabelach.

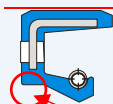
Średnica fazy

d ₁ [mm]		d ₃ [mm]
	do 10	d ₁ – 1,5
>	10 do 20	d ₁ – 2,0
>	20 do 30	d ₁ – 2,5
>	30 do 40	d ₁ – 3,0
>	40 do 50	d ₁ – 3,5
>	50 do 70	d ₁ – 4,0
>	70 do 95	d ₁ – 4,5
>	95 do 130	d ₁ – 5,5
>	130 do 240	d ₁ – 7,0
>	240 do 500	d ₁ – 11,0



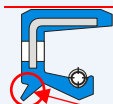
Typ budowy

r1 min. [mm]



0,6

Bez dodatkowej wargi ochronnej



1,0

Z dodatkową wargą ochronną

Ochrona wału

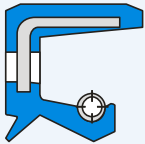
Powierzchnia wału w obszarze powierzchni styku z uszczelnieniem musi być wolna od uszkodzeń. Zadrapania, wyłobienia, zadziory lub korozja bardzo szybko prowadzą do wycieku i uszkodzenia uszczelki.

Należy zwrócić szczególną uwagę na ochronę powierzchni wału podczas transportu i magazynowania. Bardzo pomocne w tym procesie są różnego rodzaju osłony i pojemniki transportowe.

Materiał wału

Zastosowanie / Uwagi

Stale zwykłe w inżynierii mechanicznej dla wałów	ogólne
Stale nierdzewne, hartowane	media wodne media żrące
Metale nieżelazne	media wodne przy niskich prędkościach obrotowych
Materiały odlewnicze (Fe)	wolne od porów, drobne pory (<0,05 mm)
twarde chromowane powierzchnie bieżne	częściowo problematyczne wg. nieregularne zużycie i zakłócenia w nanoszeniu filmu smarującego, w razie potrzeby poprawić poprzez ostateczne szlifowanie kłowe
Pokrycia ceramiczne	bardzo odporny na zużycie, ale również "agresywny", dlatego należy obserwować chropowatość i wielkość porów, w razie potrzeby powierzchnię uszczelnić, należy zagwarantować przyczepność do materiału bazowego
Tworzywa sztuczne	problematyczne z powodu słabego rozpraszania ciepła, dlatego tylko przy bardzo powolnym ruchu



Wykonanie gniazda montażowego

Oprócz uszczelnienia dynamicznego między wargą uszczelniającą a powierzchnią wału, promieniowe uszczelnienie wału zapewnia również szczelność statyczną pomiędzy zewnętrzną powierzchnią uszczelnienia a powierzchnią gniazda zabudowy.

Dokładna konstrukcja gniazda montażowego jest ważna, aby zapobiec wyciekowi pomiędzy zewnętrzną powierzchnią uszczelnienia i obudową oraz zapewnić bezpieczne i szczelne osadzenie go w obudowie.

Tolerancje

Dla średnicy otworu w gnieździe montażowym należy zastosować tolerancje wg ISO H8. Specjalnie dostosowane tolerancje z mniejszym zachodzeniem na siebie mogą być konieczne w przypadku cienkościennych obudów i obudów z materiałów kruchych lub materiałów o niskiej wytrzymałości.

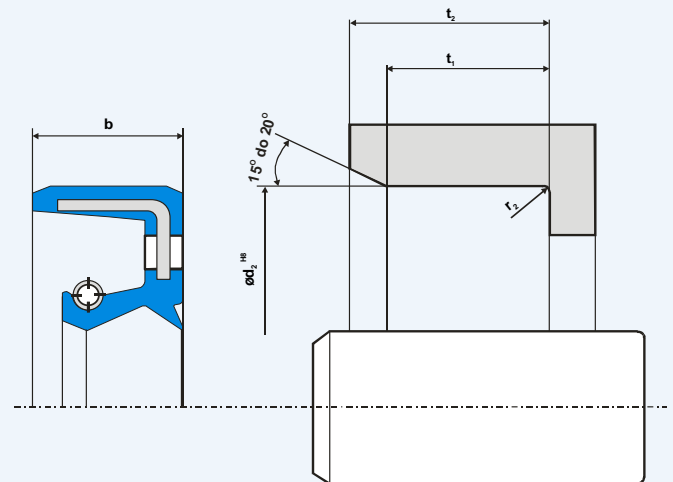
W przypadku obudów z metali lekkich lub obudów z tworzyw sztucznych zalecamy stosowanie uszczelnień z elastomerowym płaszczem zewnętrznym, który umożliwi lepsze dopasowanie (kompensowanie) podczas rozszerzalności termicznej gniazda zabudowy.

Chropowatość powierzchni zewnętrznej

Typ budowy	dopuszczalna chropowatość powierzchni [µm]
Typ A	$R_a = 1,6 - 6,3$
Powierzchnia zewnętrzna pierścienia pokryta elastomerem	$R_z = 10 - 20$ $R_{max} < 25$
Typ B i C	$R_a = 0,8 - 3,2$
Metalowa powierzchnia zewnętrzna pierścienia	$R_z = 6,3 - 16$ $R_{max} < 16$

Głębokość i kąt zabudowy gniazda montażowego

Głębokość otworu montażowego - patrz rysunek i tabela. Kąt fazowania powinien wynosić od 15° do 20°. Przejście między fazowaniem a cylindryczną powierzchnią powinno być wykonane bez zadziorów.



Wymiary otworu montażowego

b	t ₁ min. (0,85xb)	t ₂ min (b+0,3)	r ₂ max.
7	5,95	7,3	
8	6,8	8,3	0,5
10	8,5	10,3	
12	10,3	12,3	
15	12,75	15,3	0,7
20	17	20,3	

wszystkie wartości podano w mm



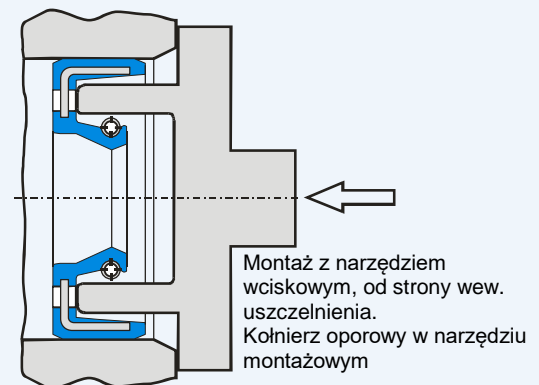
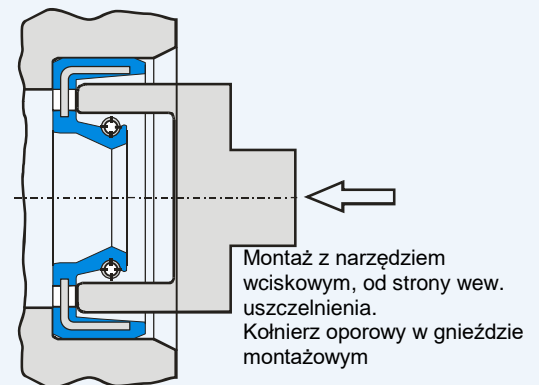
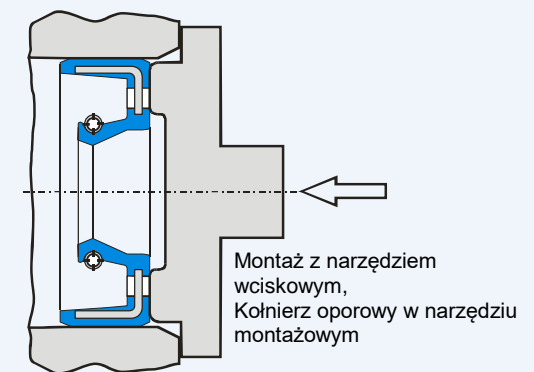
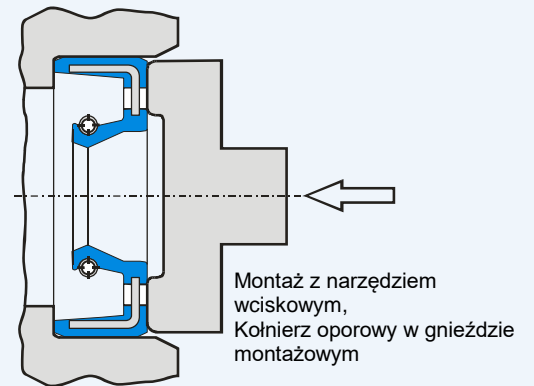
Montaż

Prawidłowe funkcjonowanie promieniowego uszczelnienia wału zależy również od jego prawidłowego montażu. Promieniowe uszczelnienie wału musi być zamontowane bez uszkodzeń i we właściwej pozycji. Doświadczenie pokazuje, że około 1/3 przyczyn uszkodzeń promieniowych uszczelnień wału wynika z błędów podczas montażu.

Zwykle promieniowe uszczelnienia wału zabudowywane jest stroną czołową (otwartą stroną z widokiem na sprężynę) do medium, które ma być uszczelnione lub do części, z której generowane jest ciśnienie.

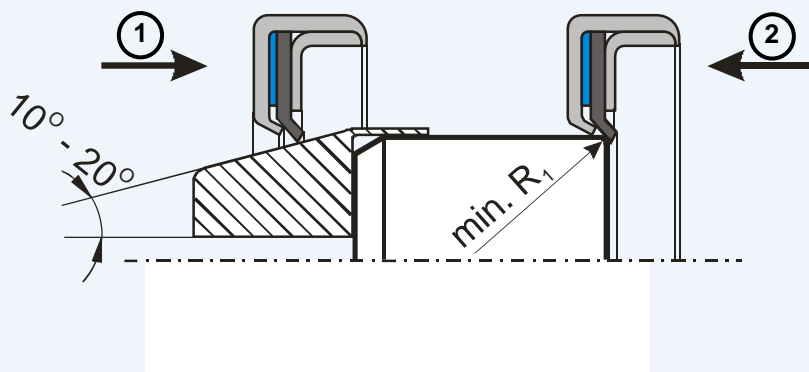
Podczas montażu promieniowych uszczelnień wału należy przestrzegać następujących wytycznych:

- Przed montażem uszczelnienia należy oczyścić wszystkie elementy składowe z zanieczyszczeń takich jak wióry pozostałe po obróbce lub brud.
- Uszczelnienie, wał i przestrzeń montażową należy nasmarować przed montażem (sprawdzić olej lub smar pod kątem zgodności z materiałem uszczelniającym). Oprócz ułatwienia montażu czynność ta pozwala uniknąć tzw. pracy na sucho podczas pierwszych obrotów wału.
- W przypadku montażu typów z dodatkową wargą ochronną, przestrzeń między wargą uszczelniającą a wargą ochronną można napęlić smarem. To wypełnienie smarem nie powinno przekraczać 50% tej przestrzeni.
- Wał i przestrzeń montażowa muszą być zaopatrzone w skosy wprowadzające. Dokładny projekt skosów podano wcześniej w niniejszym wydaniu.
- Ostre krawędzie należy stępić lub w idealnym przypadku, już na etapie projektu zastąpić je odpowiednimi fazkami lub zaokrągleniami.
- Uszczelnień nigdy nie wolno ciągnąć po ostrych krawędziach. Gwinty, rowki, wpusty, otwory itp. powinny być przykryte podczas montażu.
- W celu poprawnego montażu, zalecamy stosowanie mechanicznych lub hydraulicznych narzędzi montażowych z odpowiednio dostosowanymi wciskami (patrz ilustracje).
- Siła nacisku podczas montażu powinna być przyłożona możliwie blisko średnicy zewnętrznej.
- Po dociśnięciu, zakończeniu montażu, uszczelnienie nie może być pochylone oraz musi być osadzone pod kątem prostym do osi wału.
- Jeżeli do montażu musi być użyty młotek, konieczne jest umieszczenie pełnej osłony przed uszczelnieniem. Pod żadnym pozorem nie można uderzać młotkiem bezpośrednio w uszczelnienie. Należy unikać odkształcania i pochylania uszczelnienia.



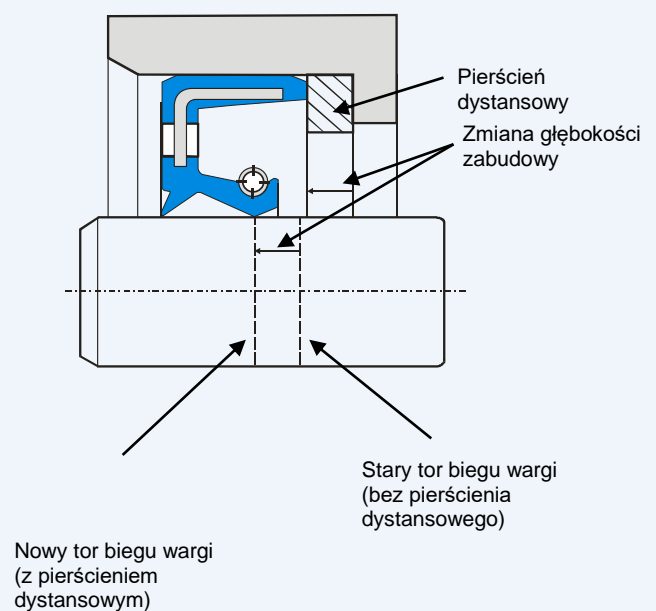


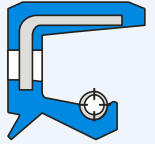
- Jeżeli rozwiązanie konstrukcyjne zakłada, że np. łożysko i powierzchnia toczna uszczelnienia mają tę samą nominalną średnicę, powierzchnia wału, współpracująca z uszczelnieniem może ulec uszkodzeniu podczas montażu łożyska. W tym przypadku średnica wału w obszarze współpracy z uszczelnieniem powinna być mniejsza o ok. 0,2 mm.
- Podczas montażu promieniowych uszczelnień wału z wargą uszczelniającą z PTFE (np. nasze typy OS-PA1 i OS-PA2) wymagana jest szczególna ostrożność. Jeżeli promieniowe uszczelnienie wału jest montowane z przednią stroną (sytuacja 1), zalecamy stosowanie stożka montażowego o kącie $10^\circ - 20^\circ$. Jeżeli uszczelnienie jest montowane stroną tylną (sytuacja 2), krawędź wału powinna być zaokrąglona, $R_{min} = 1 \text{ mm}$.



Wymiana uszczelnień wału

Podczas serwisowania lub naprawy maszyny, używane promieniowe uszczelnienia wału należy zawsze wymieniać na nowe. Ważne jest, aby wargę uszczelniającą nowego uszczelnienia nie biegła po wale w tym samym torze co wargę starego uszczelnienia. W celu przesunięcia toru można zastosować pierścienie dystansowe (patrz sąsiednia ilustracja). Można również zastosować tuleję regeneracyjną wału. W przypadku zastosowania takiej tulei, można zastosować uszczelnienie o takich samych wymiarach jak uszczelnienie pierwotne (przed naprawą)





Magazynowanie

Optymalne warunki przechowywania produktów elastomerowych opisano w normach DIN 7716 i ISO 2230. Jeśli te specyfikacje są przestrzegane, elastomery mogą być przechowywane przez lata bez utraty jakości.

Najbardziej szkodliwe czynniki przyspieszonego starzenia elastomerów to:

- naprężenia mechaniczne (ściskanie, rozciąganie, zginanie, ...),
- wpływ tlenu
- ozon
- światło
- ciepło
- wilgotność
- rozpuszczalniki

Dlatego należy przestrzegać następujących zasad:

Pomieszczenie składowania

Pomieszczenie powinno być chłodne, suche, wolne od pyłów i umiarkowanie wentylowane.

W pomieszczeniu magazynowym nie powinno być żadnych urządzeń elektrycznych generujących ozon. Ponadto, przestrzeń do przechowywania nie powinna być używana jednocześnie do przechowywania rozpuszczalników, paliw, smarów, chemikaliów lub innych substancji odgazowujących.

Temperatura składowania

Temperatura powinna wynosić około 15°C, dozwolone są zmiany w zakresie od +20°C do -10°C. Źródła ciepła, np. grzejniki powinny znajdować się w odległości co najmniej 1 m od towarów i nie powinny na nie bezpośrednio promieniować.

Światło

Elastomery muszą być chronione przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych i sztucznego oświetlenia o wysokiej zawartości UV. Zalecane jest oświetlenie pomieszczenia z tradycyjnymi żarówkami.

Opakowanie

Zamknięte opakowania, np. hermetyczne pojemniki lub w woreczki polietylenowe, które chronią towary przed wymianą powietrza, a tym samym przed tlenem i ozonem. Materiały opakowaniowe nie mogą zawierać plastyfikatorów ani innych substancji uszkadzających elastomery.

Naprężenia mechaniczne

Produkty elastomerowe należy przechowywać bez działania naprężeni mechanicznych. Oznacza to, że nie powinny być rozciągane, ściskane, zginane lub poddawane działaniom innych sił.

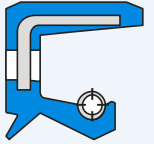
Przechowywanie składników

Szczególną ostrożność należy zachować podczas przechowywania komponentów z już zainstalowanymi uszczelnieniami. Naprężenia rozciągające w rozszerzonym uszczelnieniu przyspieszają starzenie.

Pomimo optymalnego przestrzegania warunków przechowywania, komponenty powinny być przechowywane jak najkrócej a gospodarka magazynowa powinna opierać się na zasadzie FIFO "pierwsze weszło, pierwsze wyszło".

Notatki:

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



Notatki:

A series of horizontal dashed lines for taking notes.



SealIDEX
your sealing solution

Twój dostawca

POL-SIL Michał Rudzinski

41-800 Zabrze

ul. Morawskiego 3/5

Magazyn: ul. Mikulczycka 21a

Tel.: +48 663 250 400

Tel.: +48 783 063 533

biuro@pol-sil.pl

www.pol-sil.pl