

# TECHNICAL INSIGHT

PUBLIKACJA NSK EUROPE

## Smarowanie – zmniejszanie tarcia i zużycia łożyska

Smarowanie łożyska smarem lub olejem powstrzymuje kontakt metalowych części łożyska i koszyka. Odpowiedni film środka smarnego zapobiega tarcia i potencjalnemu przegrzewaniu się łożyska, co może powstrzymać przedwczesne zużycie i zwiększyć trwałość zmęczeniową. Smarowanie oznacza także uniemożliwienie wnikania ciał obcych do łożyska i ochronę przed korozją.

### Smarowanie smarem i olejem

Smarowanie smarem lub olejem może być stosowane, aby zapewnić optymalną pracę łożyska i zmniejszenie jego zużycia. Wybierając rodzaj smarowania należy uwzględnić zastosowanie i warunki pracy. Różne parametry i zalecane metody smarowania przedstawiono w tabeli poniżej.

### Porównanie smarowania smarem i olejem

Element	Smarowanie smarem	Smarowanie olejem
Konstrukcja obudowy i metoda uszczelnienia	Proste	Mogą być złożone, wymagana uważna konserwacja
Prędkość	Prędkości graniczne wynoszą 65% do 80% prędkości granicznych przy smarowaniu olejem	Wyższe prędkości graniczne
Efekt chłodzenia	Słaby	Transfer ciepła jest możliwy przy zastosowaniu wymuszonego obiegu oleju
Płynność	Słaba	Dobra
Pełna wymiana środka smarnego	Czasami utrudniona	Łatwa
Usunięcie ciał obcych	Usunięcie cząstek obcych ze smaru jest niemożliwe	Łatwe
Zanieczyszczanie otoczenia z powodu wycieku	Otoczenie jest rzadko zanieczyszczane na skutek wycieku	Częste wycieki przy braku właściwych środków zapobiegawczych. Nie nadaje się do zastosowań, w których wymagane jest unikanie zanieczyszczenia otoczenia.

### Skład środków smarnych

Smary składają się z:	Oleje składają się z:
70-90% olejów bazowych	95-99% olejów bazowych
5-30% zagęszczaczy	–
1-5% dodatków	1-5% dodatków

Oleje bazowe zapewniają właściwości smarne, zagęszczacze sprawiają, że oleje bazowe uzyskują konsystencję półstałą, zaś dodatki poprawiają różne wymagane charakterystyki.

---

## 1. Smarowanie smarem

Wysokosprawne maszyny w coraz większym stopniu potrzebują łożysk tocznych spełniających najbardziej surowe wymagania dotyczące osiągnięć i jakości. Smarowanie smarem odgrywa ważną rolę w zwiększaniu trwałości eksploatacyjnej, utrzymywaniu niskiego momentu, zapewnianiu cichej pracy i ochronie przed korozją.

NSK oferuje szereg smarów specjalnych, np. przeznaczonych do stosowania w wysokich temperaturach lub przy dużych prędkościach.

### Wymagania dotyczące smarów

- › Wysoka odporność na utlenianie i ciepło; niskie straty na skutek parowania
- › Dobre właściwości smarne w długim okresie eksploatacji
- › Wytrzymałość mechaniczna i odporność na mięknięcie i wycieki
- › Znakomite właściwości smarne i zmniejszające zużycie
- › Minimalny wzrost momentu i temperatury łożyska
- › Znakomite właściwości w niskich temperaturach
- › Minimalny moment w niskich temperaturach
- › Niski poziom szumu przy rozruchu łożyska
- › Odporność na wodę; bardzo dobra ochrona przed korozją
- › Zapobieganie zanieczyszczaniu; cicha praca
- › Neutralne dla tworzyw sztucznych i gumy
- › Stała jakość i maksymalny czas przechowywania bez zmiany właściwości

### Ilości smaru

Ilość niezbędnego smaru w obudowie zależy od następujących czynników:

- › Konstrukcja obudowy
- › Dostępna przestrzeń
- › Właściwości smaru
- › Temperatura otoczenia

Ilość dostępnej przestrzeni wewnątrz łożyska, która powinna być wypełniona smarem, zależy od prędkości:

- › 1/2 do 2/3 przestrzeni, jeżeli prędkość obrotowa jest mniejsza niż 50% prędkości granicznej
- › 1/3 do 1/2 przestrzeni, jeżeli prędkość obrotowa jest większa niż 50% prędkości granicznej

### Uzupełnianie smaru

Zazwyczaj smar nie wymaga uzupełniania przez długi czas. W wymagających warunkach roboczych, takich jak wysoka temperatura łożyska lub duże obciążenia, smar musi być uzupełniany lub wymieniany regularnie.

Jeżeli wymagane jest smarowanie w krótkich interwałach, otwory do napełniania i odprowadzania smaru należy przewidzieć w dogodnych pozycjach, tak aby umożliwić zastąpienie zużytego smaru świeżym.

### Typy i właściwości smarów NSK

Zob. oddzielna tabela „Gatunki i właściwości smarów – TI/E/0100”.

## 2. Smarowanie olejem

Smarowanie olejem jest najlepszym rozwiązaniem w przypadku dużych prędkości granicznych. Mówiąc ogólnie, układy smarowania olejowego są bardziej złożone i wymagają uważnej konserwacji.

Oleje smarne używane w łożyska tocznych to zazwyczaj wysoko rafinowane oleje mineralne i oleje syntetyczne, tworzące film olejowy o dużej wytrzymałości oraz charakteryzujące się znakomitą odpornością na utlenianie i korozję. Przy wyborze oleju smarnego ważne jest, aby uwzględnić jego lepkość w stosownych warunkach pracy. Jeżeli lepkość będzie za niska, nie utworzy się odpowiedni film olejowy, co z kolei spowoduje nadmierne zużycie i ścieranie. Jednakże, jeżeli lepkość będzie zbyt wysoka, środek smarny może powodować nadmierne tarcie, prowadzące do zwiększania temperatury łożyska i znaczących strat energii.

### Typy łożysk i właściwe lepkości olejów smarnych

Typ łożyska	Właściwa lepkość w temperaturze pracy
Łożyska kulkowe i łożyska walcowe	Wyższa niż 13 mm <sup>2</sup> /s
Łożyska stożkowe i łożyska baryłkowe	Wyższa niż 20 mm <sup>2</sup> /s
Łożyska baryłkowe wzdlużne	Wyższa niż 32 mm <sup>2</sup> /s

**Uwaga:** 1 mm<sup>2</sup>/s = 1 cSt (centistok)

### Różne rodzaje smarowania olejowego

#### 1) Smarowanie metodą kąpielii olejowej

Smarowanie metodą kąpielii olejowej jest często stosowane w przypadku niskich i średnich prędkości. Poziom oleju powinien sięgać do połowy najniższej położonego elementu tocznego. Dobrze jest zainstalować przeziernik, dzięki któremu można będzie sprawdzać, czy utrzymywany jest właściwy poziom oleju.

#### 2) Smarowanie rozbryzgowe

Przy tej metodzie, koła zębate lub odrzutnik oleju rozbryzgują olej na łożyska, przy czym łożysko nie jest zanurzone w oleju. Smarowanie tego rodzaju jest stosowane przede wszystkim w przekładniach samochodowych i napędach osiowych.

#### 3) Smarowanie z wymuszonym obiegiem oleju

Smarowanie z wymuszonym obiegiem oleju jest stosowane głównie w aplikacjach wymagających dużych prędkości, gdzie łożyska wymagają chłodzenia i pracują w wysokich temperaturach. W metodzie tej olej jest dostarczany z jednej strony łożyska, przepływa przez nie i jest odprowadzany z drugiej strony. Po schłodzeniu w zbiorniku, olej jest przepuszczany przez pompę i filtr i trafia ponownie do łożyska. Wylot oleju powinien być większy niż przewód doprowadzający, tak aby nie następowało cofanie nadmiaru oleju.

#### 4) Smarowanie z wtryskiem oleju

Smarowanie z wtryskiem oleju jest często wykorzystywane w przypadku łożysk obracających się z bardzo dużymi prędkościami, takich jak łożyska w silnikach odrzutowych, dla których współczynnik  $n \times dm$  ( $dm$ : średnica podziałowa elementów tocznych w mm;  $n$ : prędkość obrotowa w obr./min.) przekraczającą 1 milion.

W metodzie tej olej smarujący jest rozpryskiwany pod ciśnieniem z jednej lub kilku dysz bezpośrednio do wnętrza łożyska. Bardziej jednostajne chłodzenie i lepszy rozkład temperatur osiągnąć można stosując większą ilość dysz przy minimalnej ilości oleju.

#### 5) Smarowanie mgłą olejową

Przy smarowaniu mgłą olejową, urządzenie dozujące okresowo wtryskuje bardzo małe, stałe ilości oleju do przewodów, którymi ze stałą prędkością przepływa sprężone powietrze. Olej płynie wzdłuż ścianek przewodu ze stałą prędkością. Ten rodzaj smarowania jest używany we wrzecionach głównych obrabiarek i innych aplikacjach wymagających bardzo dużych prędkości.

## Główne zalety smarowania mgłą olejową:

- › Używana jest minimalna ilość oleju, co pozwala na stosowanie tej metody w aplikacjach wymagających wysokich prędkości, ponieważ generowane są mniejsze ilości ciepła.
- › Zawsze dostępna jest minimalna ilość oleju, co stabilizuje temperaturę łożyska. Z tego samego względu praktycznie nie następuje zanieczyszczanie powietrza.
- › Do łożyska dostarczany jest wyłącznie świeży olej, dzięki czemu nie ulega on starzeniu.
- › Dodatek sprężonego powietrza generuje pewne nadciśnienie. Uniemożliwia to wnikanie pyłu i oleju obróbczego.

## Typy i właściwości olejów smarnych NSK

Temperatura pracy	Prędkość	Obciążenie lekkie lub normalne	Obciążenie ciężkie lub udarowe
-30 do 0°C	Poniżej prędkości granicznej	ISO VG 15, 22, 32 (olej do urządzeń chłodniczych)	-
0 do 50°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 46, 68, 100 (olej łożyskowy, olej turbinowy)
	50 do 100% prędkości granicznej	ISO VG 15, 22, 32 (olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 22, 32, 46 (olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 10, 15, 22 (olej łożyskowy)	-
50 do 80°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 100, 150, 220 (olej łożyskowy)	ISO VG 150, 220, 320 (olej łożyskowy)
	50 do 100% prędkości granicznej	ISO VG 46, 68, 100 (olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 68, 100, 150 (olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (olej łożyskowy, olej turbinowy)	-
80 do 110°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG, 320, 460 (olej łożyskowy)	ISO VG 460, 680 (olej łożyskowy, olej turbinowy)
	50 do 100% prędkości granicznej	ISO VG, 150, 220 (olej łożyskowy)	ISO VG, 220, 320 (olej łożyskowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 68, 100 (olej łożyskowy, olej turbinowy)	-

- Uwagi:**
1. Jako prędkość graniczną należy przyjąć wartości wymienione w tabelach łożysk.
  2. Zobacz publikacje Refrigerating Machine Oils (JIS K 2211), Bearing Oils (JIS K 2239), Turbine Oils (JIS K2213), Gear Oils (JIS K 2219).
  3. Jeżeli temperatura pracy jest zbliżona do górnego zakresu temperatur wymienionego w lewej kolumnie, wybrać olej o dużej lepkości.
  4. Jeżeli temperatura pracy jest niższa niż -30oC lub wyższa od 110oC, zaleca się skontaktowanie z NSK.