

Trwałość łożysk – Obliczanie przewidywanej nominalnej trwałości zmęczeniowej łożysk tocznych

Trwałość łożyska to zasadniczo oczekiwany czas, przez jaki łożysko będzie zachowywało się w wymagany sposób w określonych wcześniej warunkach roboczych. Opiera się ona przede wszystkim na prawdopodobnej liczbie obrotów, jakie łożysko wykona zanim zacznie wykazywać oznaki zmęczenia, takie jak złuszczenie lub pęknięcie w wyniku naprężeń.

Co determinuje trwałość serwisową łożyska?

Oprócz zużycia wynikającego z przyczyn naturalnych, łożyska mogą ulec uszkodzeniu (przedwcześnie) na skutek działania innych czynników, takich jak skrajne temperatury, pęknięcia, brak środka smarnego lub uszkodzenie uszczelki bądź koszyka. Uszkodzenia tego rodzaju są często wynikiem niewłaściwego doboru łożyska, niedokładności w konstrukcji elementów otaczających łożysko, nieprawidłowego montażu lub niedostatecznej konserwacji.



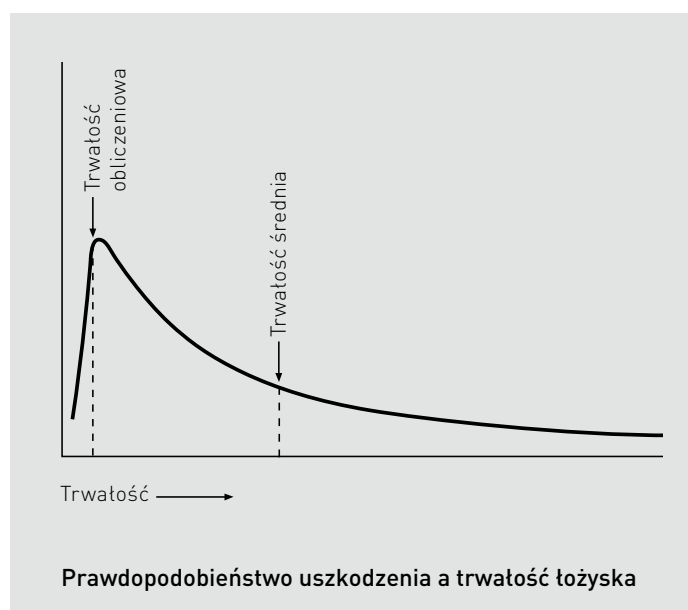
Typowe oznaki zmęczenia: oddzielanie się płaskich płatek materiału łożyska (złuszczenie)

1. Nominalna trwałość zmęczeniowa L_{10}

Nominalna trwałość zmęczeniowa łożyska jest obliczana na podstawie minimalnej liczby obrotów, wykonanych przez 90% łożysk w określonej grupie w obliczonym czasie bez wystąpienia uszkodzenia (prawdopodobieństwo uszkodzenia 10%).

Konwencjonalną metodę obliczenia trwałości łożyska stanowi standardowy wzór – znany także jako metoda katalogowa (ISO 281). Parametrami uwzględnianymi we wzorze są obciążenie łożyska, prędkość obrotowa, nośność dynamiczna bazowa i typ łożyska. Wynikiem jest trwałość zmęczeniowa łożyska L_{10} lub L_{10h} .

- Nośność dynamiczna bazowa (nośność bazowa) definiowana jest jako stałe obciążenie zastosowane na łożysku z nieruchomym pierścieniem zewnętrznym, przy którym nie nastąpi zużycie wynikające z trwałości



zmęczeniowej przy wykonaniu przez pierścień wewnętrzny jeden milion obrotów (10^6 min.^{-1}). Nośność bazowa łożysk poprzecznych to centralne obciążenie promieniowe o stałym kierunku i wielkości, zaś nośność bazowa łożysk wzdłużnych definiowana jest jako obciążenie osiowe o stałej wielkości w tym samym kierunku jak oś główna. Nośności podane są w tabelach wymiarowych pod oznaczeniem C_r dla łożysk poprzecznych i C_a dla łożysk wzdłużnych.

- Dynamiczne obciążenie równoważne P jest definiowane jako uzyskane drogą obliczeń matematycznych obciążenie promieniowe w przypadku łożysk poprzecznych lub obciążenie osiowe w przypadku łożysk wzdłużnych, o stałej wielkości i kierunku, mające taki sam wpływ na trwałość łożyska jak siły rzeczywiście działające na element. W przypadku obciążeń kombinowanych lub stałych, wartość P oblicza się z użyciem następującego wzoru:

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$
 Z wyjątkiem łożysk barytkowych wzdłużnych:

$$P = F_a + 1,2 \cdot F_r$$

Korekcja temperaturowa nośności bazowej

Jeżeli łożyska toczne stosowane są w wysokich temperaturach, to twardość stali łożyskowej zmniejsza się. Dlatego też do obliczenia prędkości nominalnej dla wyższych temperatur należy używać następującego równania:

2. Korekcja trwałości zmęczeniowej łożyska

Jakkolwiek nominalna trwałość zmęczeniowa jest wystarczającym kryterium, w wielu zastosowaniach pożądanym jest bardziej precyzyjne obliczenie trwałości serwisowej, z uwzględnieniem smarowania i zanieczyszczenia łożyska. Stwierdzono także, że stal wysokiej klasy oraz osiągalna obecnie jakość produkcji sprawiają, że w sprzyjających warunkach i gdy obciążenie kontaktowe nie przekracza określonego poziomu, łożyska są dużo trwalsze niż sugerowałyby to nominalna trwałość zmęczeniowa L_{10} . Trwałość serwisowa może jednakże ulec zmniejszeniu w niesprzyjających warunkach. Aby uwzględnić tę sytuację zdefiniowano współczynniki a_1 i a_{ISO} pozwalające na obliczenie zmodyfikowanej trwałości zmęczeniowej L_{nm} .

Przewidywanie trwałości serwisowej produktów NSK z użyciem aplikacji ABLÉ Forecaster

Aplikacja ABLÉ Forecaster (Advanced Bearing Life Equation) opracowana przez NSK dostarcza bardziej precyzyjne informacje dotyczące trwałości serwisowej produktów NSK, ponieważ w obliczeniach uwzględniane są oceny scenariuszy aplikacyjnych i prób.

L_{10}/L_{10h} : nominalna trwałość zmęczeniowa [10⁶ obr./godz.]

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \text{ lub } L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

- C Nośność dynamiczna bazowa [N]
- P Dynamiczne obciążenie równoważne [N]
- p Wykładnik (3 dla łożysk kulkowych, 10/3 dla łożysk walczkowych)
- n Prędkość obrotowa [min.^{-1}]

C_t : Nośność bazowa

$$C_t = f_t \cdot C$$

- C_t Nośność bazowa po uwzględnieniu temperatury [N]
- f_t Współczynnik temperatury
- C Nośność bazowa przed uwzględnieniem temperatury [N]

Współczynnik temperatury f_t

Temperatura łożyska °C	125	150	175	200	250
Współczynnik temperatury f_t	1,00	1,00	0,95	0,90	0,75

L_{nm} / L_{nmh} Zmodyfikowana trwałość zmęczeniowa [10⁶ obrotów] / [10⁶ obrotów/godz.]

$$L_{nm} = a_1 \cdot a_{ISO} \cdot L_{10} \quad L_{nmh} = a_1 \cdot a_{ISO} \cdot L_{10h}$$

- a_1 Współczynnik trwałości uwzględniający niezawodność
- a_{ISO} Współczynnik trwałości uwzględniający nowoczesne metody produkcji, aktualne klasy stali, smarowanie, zanieczyszczenia itd.

Współczynnik niezawodności a_1

Niezawodność °C	90	95	96	97	98	99
a_1	1,00	0,64	0,55	0,45	0,37	0,25