

TECHNICAL INSIGHT

UNE PUBLICATION DE NSK EUROPE

Durée de vie – calcul de la durée de vie en fatigue des roulements

La durée de vie d'un roulement est définie par la période de temps pendant laquelle il peut fonctionner dans des conditions de fonctionnement et selon des critères prédéfinis. Elle dépend en premier lieu du nombre de rotations probables que le roulement est capable d'effectuer avant de montrer les premiers signes de fatigue (écaillage, fissuration...).

Quels sont les facteurs influant sur la durée de vie en fonctionnement des roulements ?

Outre l'usure naturelle, d'autres facteurs peuvent entraîner la défaillance (prématurée) des roulements, telles que les températures extrêmes, les fissures, une lubrification insuffisante ou un endommagement des joints d'étanchéité ou de la cage. Les endommagements de cette nature sont souvent le résultat d'un mauvais choix de roulement, d'imprécisions lors de la conception des composants environnants, d'un montage inapproprié ou d'une maintenance insuffisante.

1. Évaluation de l'endurance nominale L_{10}

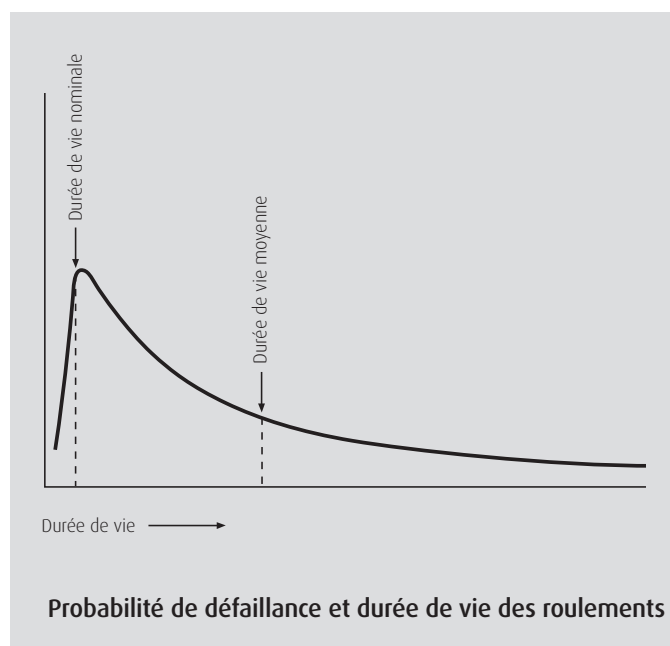
L'endurance nominale d'un roulement est calculée sur la base du nombre de rotations que 90 % de la totalité des roulements d'une catégorie précise atteignent ou dépassent, sans subir de défaillance (probabilité de défaillance : 10 %).

La formule normalisée de l'ISO 281 est traditionnellement utilisée pour calculer l'endurance des roulements. Les paramètres pris en compte sont la charge exercée sur le roulement, la vitesse de rotation, la capacité de charge dynamique et le type de roulement. La durée de vie ainsi déterminée est l'endurance du roulement L_{10} ou L_{10h} .

La **capacité de charge dynamique (capacité de charge de base)** est définie comme la charge constante appliquée aux roulements dotés de bagues extérieures stationnaires que les bagues intérieures peuvent supporter au cours d'une durée de vie d'un million de rotations (10^6 tours). La capacité



Signes de fatigue typiques : apparition de petites écailles plates se détachant de la surface du matériau du roulement (phénomène d'écaillage).



de charge de base des roulements radiaux se définit comme une charge radiale centrale exercée dans une direction et avec une valeur constante, tandis que la capacité de charge nominale des butées se caractérise par une charge axiale de valeur constante exercée dans la même direction que l'axe central. Pour les capacités de charge, se reporter à C_r (roulements radiaux) et à C_a (butées) dans les tableaux dimensionnels.

- La charge dynamique équivalente P est définie comme une charge radiale mathématique appliquée aux roulements radiaux ou comme une charge axiale appliquée aux roulements axiaux avec une direction et une valeur constantes, dont l'effet sur la durée de vie du roulement est égal aux forces réellement subies par le composant. Dans le cas de charges combinées ou constantes, la valeur P est calculée à l'aide de la formule suivante : $P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$, (à l'exception des butées à rouleaux sphériques : $P = F_a + 1,2 \cdot F_r$).

Ajustement des roulements en fonction de la température de fonctionnement

Si les roulements tournent dans des plages de températures élevées, leur acier perd de leur dureté. La capacité de charge nominale doit par conséquent être réduite pour des plages de températures plus élevées à l'aide de l'équation suivante :

2. Durée de vie modifiée des roulements

Bien que la durée de vie nominale soit un critère suffisant, il est souhaitable, pour de nombreuses applications, de calculer la durée de vie en fonctionnement de manière précise, en prenant en compte les facteurs lubrification et contamination. Il est par ailleurs avéré que les excellentes nuances d'acier et la très bonne qualité de fabrication permettent désormais d'obtenir des roulements d'une durée de vie supérieure à la durée de vie nominale L_{10} , sous réserve de conditions favorables et d'une charge de contact restant en dessous d'un certain niveau. En revanche, l'existence de conditions de fonctionnement défavorables est susceptible de raccourcir la durée de vie en fonctionnement. Afin d'en tenir compte, des facteurs a_1 et a_{iso} ont été définis, avec pour résultat, la durée de vie modifiée L_{nm} .

Prévision de la durée de vie des produits NSK à l'aide de l'outil ABLE Forecaster

Le logiciel ABLE Forecaster (Advanced Bearing Life Equation) développé par NSK fournit des informations détaillées sur la durée de vie des roulements des produits NSK grâce à l'intégration d'évaluations de scénarios d'application et d'essais dans les calculs.

L_{10}/L_{10h} : durée de vie nominale [10⁶ rotations/h]

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

- C Capacité de charge dynamique [N]
- P Charge dynamique équivalente [N]
- p Exposant (3 pour les roulements à billes, 10/3 pour les roulements à rouleaux) [-]
- n Vitesse de rotation [tr/min]

C_t : Capacité de charge de base

$$C_t = f_t \cdot C$$

- C_t Capacité de charge dynamique de base corrigée de la température (N)
- f_t Facteur de température
- C Charge dynamique de base non corrigée de la température (N)

Facteur de température f_t					
Température du roulement °C	125	150	175	200	250
Facteur de température f_t	1.00	1.00	0.95	0.90	0.75

L_{nm}/L_{nmh} Durée de vie modifiée [10⁶ rotations] / [10⁶ rotations/h]

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

- a_1 Facteur de fiabilité en fonction du taux de durée de vie en fonctionnement [-]
- a_{iso} taux de durée de vie en fonctionnement pour la prise en compte des méthodes de fabrication modernes, des nuances d'acier actuelles, de la lubrification, des contaminations, etc.

Facteur de fiabilité a_1						
Fiabilité (%)	90	95	96	97	98	99
a_1	1.00	0.64	0.55	0.47	0.37	0.25