Choix de l’ajustement

Roulement-savant.fr

Résumé

- Le choix de l’ajustement se fait avant le calcul du jeu du roulement
- Le choix du bon ajustement doit permettre d’éviter les mouvements relatifs entre la bague intérieure et l’arbre, ou la bague extérieure et le logement pendant le fonctionnement
- Un mauvais ajustement des roulements peut les endommager
- Types d’ajustement : serré, incertain et glissant
- Dans certaines applications, il est nécessaire de calculer une interférence minimale et maximale entre la bague intérieure et l’arbre, ou entre le logement et la bague extérieure

Ajustement serré, ajustement incertain, ajustement glissant. Après avoir lu cet article, vous devriez connaître et pouvoir définir ces trois types d’ajustement. Mais avant cela, il est utile de comprendre ce qu’est le choix de l’ajustement et ce à quoi il faut prêter attention.

Pourquoi le choix de l’ajustement est-il important ?

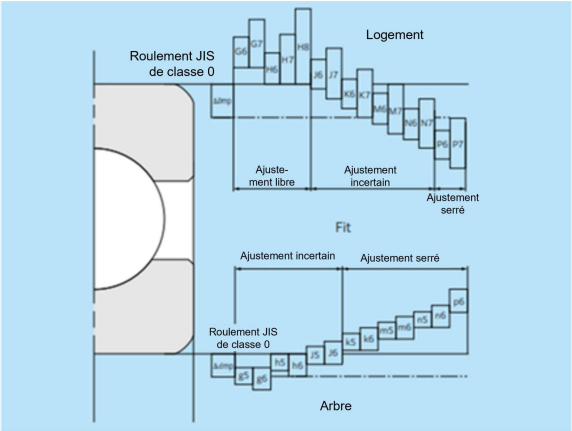
Il est judicieux de choisir un ajustement avant de calculer le jeu du roulement, car celui-ci a une incidence directe sur ce jeu. C’est donc l’alpha et l’oméga de la construction mécanique.

Le choix de l’ajustement du roulement est très important pour empêcher ou permettre les mouvements relatifs entre la bague intérieure et l’arbre, ou la bague extérieure et le logement pendant le fonctionnement.

Choix de l’ajustement

Roulement-savant.fr

Si l’interférence est trop faible, des mouvements relatifs peuvent se produire entre les surfaces du roulement et l’arbre, ou le logement, dans le sens radial, axial, ou de rotation. Ces mouvements relatifs peuvent endommager l’arbre, le logement et le roulement, ce qui entraînerait des réparations coûteuses et complexes. Outre le roulement lui-même, l’arbre et le logement doivent être remplacés le cas échéant. Il existe toutefois des cas où le roulement doit pouvoir se déplacer librement, par exemple dans le cas des paliers libres. Il faut alors s’assurer qu’il existe un jeu suffisant entre les surfaces ajustées du roulement et l’arbre, ou le logement. S’il n’y a pas de jeu, le roulement risque de se bloquer en cas de variations de température entraînant la dilatation du logement et/ou de l’arbre.



Lors du choix de l’ajustement, il faut toujours jeter un coup d’œil sur les conditions de fonctionnement (en particulier l’influence des variations de température et les charges des roulements).

En ce qui concerne le choix de l’ajustement, il convient de préciser que certains roulements à contact linéaire (roulements à rouleaux ou à aiguilles) peuvent rouler directement dans le logement et/ou sur l’arbre. L’ajustement du roulement est donc très important dans de tels cas, car il influence directement le jeu du roulement.

Choisir le bon ajustement est donc indispensable. Une attention toute particulière doit être accordée à la géométrie de l'arbre et du logement, car tous les défauts géométriques se répercuteraient sur la bague intérieure et la bague extérieure. Celles-ci pourraient alors entraîner des vibrations, des bruits en fonctionnement et finalement endommager le roulement (voir l'encadré « Défaillances du roulement dûes à un mauvais ajustement »). Pour éviter cela, il est judicieux de ne choisir un ajustement (incertain, serré, glissant) qu'après une analyse minutieuse des conditions de fonctionnement et des composants environnants. Pour ce faire, il convient de s'en tenir strictement aux recommandations du fabricant de roulements selon le catalogue.

Défaillances du roulement dûes à un mauvais ajustement :
• Fissures dans le chemin de roulement, écaillage précoce et décalage du chemin de roulement
• Abrasion du chemin de roulement et de l'arbre, ou du logement par le fluage et la micro-corrosion
• Grippage causé par un jeu de roulement négatif (précharge)
• Bruit et détérioration de la précision de rotation suite à la déformation du chemin de roulement

Les dommages causés aux roulements suite à un mauvais ajustement sont non seulement nombreux, mais heureusement aussi évitables.

Les critères essentiels pour choisir le bon ajustement sont par exemple le matériau de l'arbre et du logement, l'épaisseur de la paroi et la qualité de la surface. A cela s'ajoutent les conditions de fonctionnement du roulement, tels que le type, la taille et la direction de la charge, la vitesse de rotation et la température.

Ajustement serré

Choix de l'ajustement

En général, l'ajustement serré est une méthode efficace de fixation de la surface ajustée du roulement avec l'arbre, ou le logement. Comme le montre l'illustration de la « charge radiale et ajustement du roulement », un ajustement serré est nécessaire pour les bagues de roulement soumises à une charge tournante – cela concerne aussi bien la bague intérieure que la bague extérieure. Les « bagues de roulement avec charge tournante » font référence aux bagues de roulement qui sont soumises à des charges tournantes par rapport à leur direction radiale. Des ajustements avec une forte interférence sont recommandés pour les conditions de fonctionnement avec des vibrations ou des chocs élevés, pour les arbres creux et les logements à section mince, ainsi que pour les applications avec des logements en plastique. En outre, les ajustements avec une faible interférence sont recommandés pour les applications nécessitant une grande précision de fonctionnement ou pour l'utilisation de petits roulements ou de roulements à section mince. Dans le cas d'un ajustement serré, le roulement doit être monté par presse sur l'arbre, ou dans le logement, ce qui peut rendre le montage et le démontage assez complexes. Il faut donc que l'arbre soit un peu plus grand que le diamètre intérieur du roulement *d*. L'inconvénient principal de l'ajustement serré est qu'il entraîne la réduction du jeu de fonctionnement du roulement.

Ajustement incertain

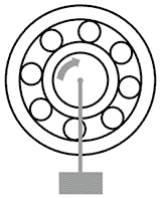
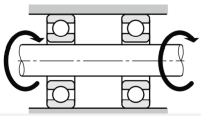
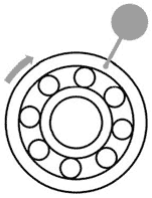
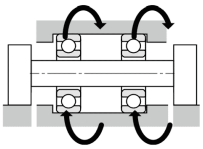
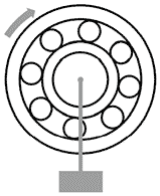
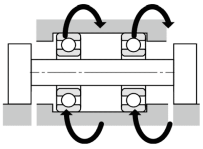
Outre l'ajustement serré, il existe l'ajustement incertain, utilisé lorsqu'une application présente des tolérances permettant un jeu ou un serrage.

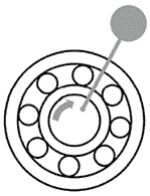
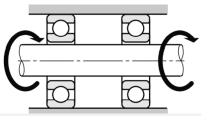
Ajustement glissant

Pour les roulements non séparables, tels que les roulements à billes à gorge profonde, un ajustement glissant est recommandé soit pour la bague intérieure, soit pour la bague extérieure. Dans ce cas, la bague de roulement, qui est soumise à une charge fixe, est munie d'un ajustement libre. Le diamètre de la bague extérieure du roulement *D* est inférieur au diamètre minimal du logement ou le diamètre de la bague intérieure *d* est supérieur au diamètre maximal de l'arbre. La relation entre l'ajustement du roulement et le type de charge est illustrée dans ce tableau.

Choix de l'ajustement

Roulement-savant.fr

Illustration	Sens de rotation des roulements	Charge des bagues	Type d'ajustement
Charge fixe 	 Bague intérieure tournante Bague extérieure fixe	Charge tournante pour la bague intérieure Charge fixe pour la bague extérieure	Bague intérieure : ajustement serré Bague extérieure : ajustement glissant
Charge tournante 	 Bague intérieure fixe Bague extérieure tournante		
Charge fixe 	 Bague intérieure fixe Bague extérieure tournante	Charge fixe pour la bague intérieure Charge tournante pour la bague extérieure	Bague intérieure : ajustement glissant Bague extérieure : ajustement serré

tournante 	 Bague intérieure tournante Bague extérieure fixe

Charge radiale et ajustement du roulement : vous voyez ici la relation entre le type de charge et l’ajustement du roulement.

Choix de l’ajustement des roulements

L’interférence peut être déterminée sur la base des tolérances de diamètre des alésages de l’arbre et du logement, et des tolérances des bagues de roulement. Les valeurs recommandées pour l’interférence et les ajustements possibles pour les différentes applications sont généralement indiquées dans les tableaux correspondants, par exemple dans le catalogue NTN.

L’interférence minimale et maximale

Dans certaines applications, il est nécessaire de calculer l’interférence minimale et maximale entre la bague intérieure et l’arbre, ou le logement et la bague extérieure. Dans le cas de l’interférence minimale, celle-ci est réduite par quatre facteurs majeurs.

Réduction de l’interférence par :
- Charges radiales
- Différences entre la température de stockage et la température ambiante
- Modification de la forme des surfaces ajustées
- Déformation

Les contraintes des bagues intérieure et extérieure doivent être prises en compte lors du choix des ajustements.

Le premier facteur à considérer est que l'interférence entre la bague intérieure et l'arbre diminue lorsqu'une charge radiale est appliquée au roulement. Cette influence, que nous appellerons par la suite interférence liée à la charge radiale, est indiquée par la formule suivante Δ_{dF} peut être calculé à l'aide de la formule 7 et de la formule 8.

Formule 7

$F_r \leq 0{,}3\ C_{or}$

$\Delta_{dF} = 0{,}08\ (d \times F_r/B)^{1/2}$ N

Formule 8

$F_r > 0{,}3\ C_{or}$

$\Delta_{dF} = 0{,}02\ (F_r/B)$ N

Les formules servent à calculer la réduction de l'interférence par une charge radiale $\triangle_{dF}$.

Δ_{dF} = Interférence liée à la charge radiale, μ m
d = Diamètre de l'alésage du roulement, mm
B = Largeur de la bague intérieure, mm
F_r = Charge radiale N
C_{or} = Charge statique de base N

Les quelques variables intervenant dans le calcul de Δ_{dF}.

L'interférence entre les bagues intérieures et les arbres en acier se réduit en raison des augmentations de température (différence entre la température du roulement et la

température ambiante, ΔT) lors du fonctionnement du roulement. Le calcul de l'interférence minimale nécessaire dans de tels cas est présenté dans la formule 9.

Formule 9

Δ_{dT} est calculée à l'aide de cette formule.

$\Delta_{dT} = 0{,}0015 \times d \times \Delta T$

Δ_{dT} = Interférence liée à la différence de température en μ m

ΔT = Différence entre la température de la bague intérieure du roulement et la température ambiante en °C

d = Diamètre de l'alésage du roulement en mm

Lors du choix de l'ajustement, il faut tenir compte du fait que suite à un montage à la presse, la surface d'ajustement peut être "lissée" contrairement à un montage à chaud. Cela signifie en même temps que l'interférence diminue. La mesure dans laquelle l'interférence diminue dépend de la rugosité des surfaces d'ajustement. (cf. Réduction de l'interférence)

Réduction de l'interférence :
- pour les arbres rectifiés : 1,0~2,5 μ m
- pour les arbres tournés : 5,0~7,0 μ m

La valeur de la réduction de l'interférence dépend du type d'arbre.

Les critères précédents concernaient l'interférence minimale, mais un quatrième critère

s'ajoute concernant l'interférence maximale. En effet, l'utilisation de bagues de roulement avec une interférence entraîne des pressions et des contraintes de compression sur la surface d'ajustement. Si l'intérférence est trop importante – il faut dans tous les cas respecter la limite maximale d'environ 127 MPa – il ne faut pas s'étonner que les bagues de roulement soient endommagées et que leur durée de vie soit réduite. Les conséquences d'une interférence trop important peuvent être des fissures dans la bague intérieure et une rupture des épaulements.

Choix de l'ajustement pour les matériaux à forte dilatation thermique

L'arbre et le logement peuvent être constitués de matériaux autres que l'acier. Dans le cas de matériaux à fort coefficient de dilatation thermique, tel l'aluminium, il faut bien considérer que l'ajustement de la bague intérieure et de l'arbre, ou de la bague extérieure et du logement, change lorsque la température augmente pendant le fonctionnement du roulement. Les matériaux tels que l'aluminium se dilatant plus rapidement que l'acier par exemple, ces dilatations ne peuvent être compensées que de manière limitée par des ajustements plus serrés. En cas de variations de température trop extrêmes, on choisira pour le logement des matériaux présentant des coefficients de dilatation comparables, comme l'acier moulé.

Formule 10

$$\Delta d_{TE} = (\alpha_1 - \alpha_2) \times d \times \Delta T$$

Δd_{TE} = Modification de l'interférence en raison des différents coefficients de dilatation, mm
α_1 = Coefficient de dilatation du roulement, 1/°C
α_2 = Coefficient de dilatation de l'arbre et du logement, 1/°C
d = Diamètre de référence de l'ajustement en mm
ΔT = Augmentation de la température lors de l'utilisation du roulement

Choix de l’ajustement

Roulement-savant.fr

Les coefficients de dilatation des différents matériaux doivent être pris en compte lors du choix de l’ajustement. En effet, les autres matériaux que l’acier ont des coefficients de dilatation différents.

Vous pourriez également être intéressé par

Calcul de la durée de vie

9. mars 2022

Zut – le roulement est endommagé ! Si vous considérez que les roulements sont soumis à une pression et à un cisaillement continus, cela n’a

Poursuivre la lecture »

Jeu des roulements, jeu en fonctionnement et précharge

9. mars 2022

Le jeu des roulements et le jeu de fonctionnement (également appelé jeu résiduel), n’est-ce pas la même chose ? Et la précharge, on en a

Poursuivre la lecture »

Le roulement à rotule sur rouleaux sphériques

9. mars 2022

Choix de l’ajustement

Roulement-savant.fr

Caractéristiques des roulements à rotule sur rouleaux sphériques Les roulements à rotule sur rouleaux sphériques sont de véritables roulements polyvalents. Ainsi, ces roulements sont capables

Poursuivre la lecture »