

Fixation simple des roulements de vis d'entraînement

Messieurs Gerald Nonnast et Martin Schreiber, ingénieurs diplômés.

Edition spéciale INA, tirée de „KEM“
Fascicule n° S 5, mai 1999
Editeur Konradin, Leinfelden-Echterdingen



Fixation simple des roulements de vis d'entraînement

Une mesure supplémentaire afin de réduire le coût des paliers de vis d'entraînement.

Messieurs Gerald Nonnast et Martin Schreiber, ingénieurs diplômés.

Les innovations techniques dans le domaine des roulements de paliers de vis d'entraînement permettent de garder l'attractivité du concept d'entraînement électromécanique traditionnel. Outre le développement constant de la technologie des roulements, l'augmentation de la rentabilité d'une solution joue un rôle toujours plus important. Dès lors, l'ensemble de l'économie est exploité, non seulement par l'utilisation d'un roulement peu onéreux, mais également par une solution globale économique. Pour ce faire, les principales possibilités efficaces sont la réduction des coûts d'usinage pour la construction adjacente ainsi qu'un montage simplifié. Cela permet également d'obtenir simultanément des avantages techniques par rapport à d'autres solutions traditionnelles de conception de paliers de vis d'entraînement.

1. Introduction

À côté des entraînements directs linéaires, le concept d'entraînement électromécanique d'axes de machines a fait ses preuves, en particulier depuis le salon EMO '97 de Hanovre.

Il faut ici citer des solutions pour les vis à billes avec deux paliers fixes, par exemple. Outre le guidage en rotation sur paliers fixes d'arbres tournants, les récents développements s'orientent également vers l'écrou à billes entraîné. En raison des efforts d'avance plus élevés que ceux du moteur linéaire, ces technologies présentent des avantages pour des masses en mouvement et charges de process plus importantes. Les coûts des entraînements électromécaniques, déjà réduits de manière significative, sont encore optimisés par l'utilisation de roulements innovants pour paliers de vis d'entraînement.

Si le choix des composants est fait correctement, des servocommandes par exemple, associées à des vis d'entraînement, offrent, outre le potentiel de performances techniques, des éléments pour réduire les coûts ; par exemple pour les roulements de paliers de vis d'entraînement.

Des solutions de roulement intelligentes associées à la construction adjacente jouent en particulier un rôle essentiel. De telles tendances sont non seulement synonymes d'améliorations techniques, mais satisfont également aux exigences croissantes pour la réduction des coûts de la solution globale.

Les roulements à fixation latérale constituent des unités prêtes au montage qui permettent de réaliser des paliers de vis d'entraînement suivant les dernières avancées techniques.

2. Roulements modernes

Les roulements à billes à contact oblique de la série ZKLF sont des composants prêts au montage, à fixation intégrée (figure 1). Elle permet de relier directement le roulement à la construction adjacente sans composants supplémentaires, ce qui permet d'augmenter encore la rigidité et la précision de l'ensemble du système d'avance. Comparé à des solutions de roulements appariés, le nombre de composants est ici réduit à un minimum.

L'étanchéité est également intégrée au roulement. Ainsi, il devient inutile de prévoir des étanchéités supplémentaires dans la construction adjacente. Pour la plupart des applications, ces roulements sont livrés graissés à vie. Pour des sollicitations importantes à régime élevé, la série ZKLF est également disponible en version appairée.

Les roulements de la série DKLFA ont été spécialement conçus pour les arbres tournant dans deux paliers fixes (figure 2). Afin de compenser les dilatations thermiques en service, ces arbres ont été précontraints axialement. Pour ce principe de construction, les roulements sont toujours très sollicités dans une direction en raison de l'effort de traction qui s'exerce dans l'arbre. Le roulement est prévu en conséquence par la présence d'une troisième rangée de billes pour absorber cette forte poussée axiale unilatérale. C'est pourquoi ce roulement est tout aussi bien adapté pour l'axe vertical d'une machine-outil dont le roulement est constamment chargé par la masse du chariot.

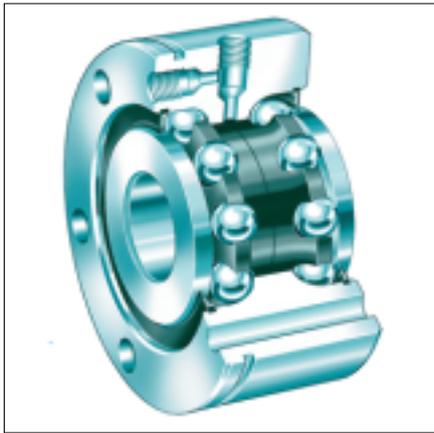


Fig. 1 Roulement de la série ZKLF

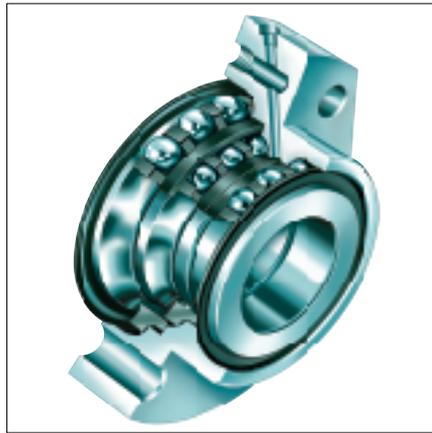


Fig. 2 Roulement de la série DKLFA

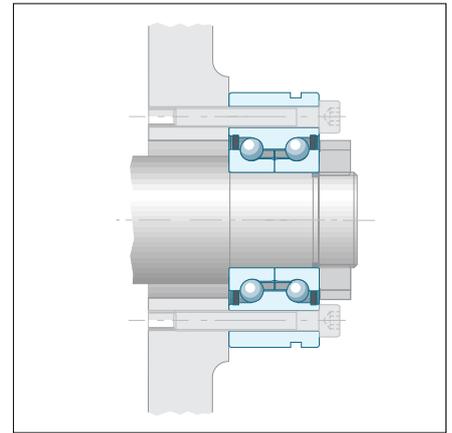


Fig. 3 Roulement à billes à contact oblique de la série ZKLF fixé sur une surface plane fraisée

Par ailleurs, la série de roulements DKLFA offre les mêmes avantages économiques que la série ZKLF. En outre, la bague extérieure du roulement de la série DKLFA comporte des méplats, ce qui permet des solutions de construction extrêmement compactes.

Pour calculer ces combinaisons complexes, les services études de INA disposent d'outils de calcul informatiques performants. Ainsi, outre les valeurs de charge transmissible, il est possible de déterminer toutes les données de réglage nécessaires au montage.

3. Fixation sur une surface plane

Les ingénieurs qui utilisent ces types de roulement disposent d'une solution particulière, à savoir la fixation directe sur une surface plane. Il est alors possible de se passer d'une fixation radiale supplémentaire.

Aussi bien le roulement de la série ZKLF que celui de la série DKLFA peuvent être vissés sur une surface plane fraisée (figure 3). Cette caractéristique de construction ouvre des perspectives totalement nouvelles pour une construction de paliers de vis d'entraînement à la fois économique et compétitive sur le plan technologique.

4. La solution économique

A côté du choix motivé par les caractéristiques de performance technique, la rentabilité de la solution globale joue un rôle toujours plus important. Il ne faut alors pas uniquement tenir compte du prix d'achat du roulement comme le montre une comparaison des coûts de différentes variantes de roulements.

Le coût total se répartit ainsi essentiellement entre :

- le prix d'achat du roulement,
- le coût des composants supplémentaires tels que couvercle de roulement, joints d'étanchéité, entretoise, etc.,
- le coût des usinages de la construction adjacente,
- le coût du montage.

Les figures 4 et 5 montrent clairement l'économie de la solution avec un roulement de la série ZKLF. La comparaison du système traditionnel avec une construction moderne démontre la chose

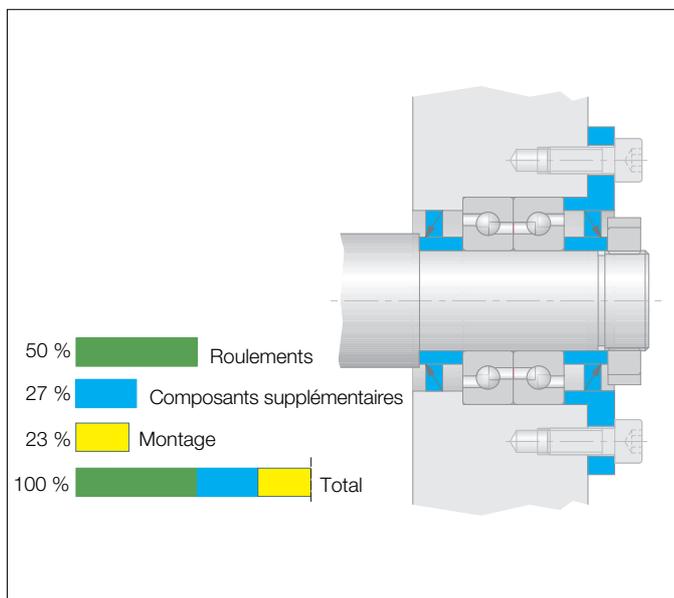


Fig. 4 Bilan des coûts pour une solution avec roulements appariés

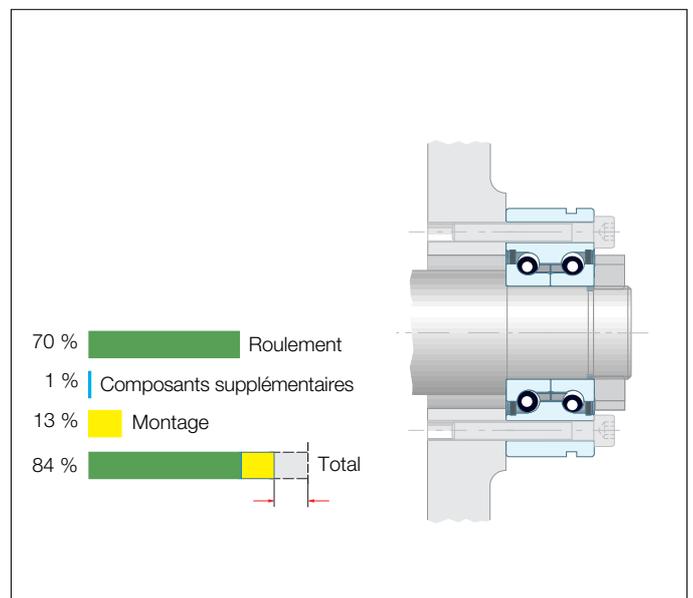


Fig. 5 Economie d'une solution avec roulement ZKLF fixé par vis sur une surface plane

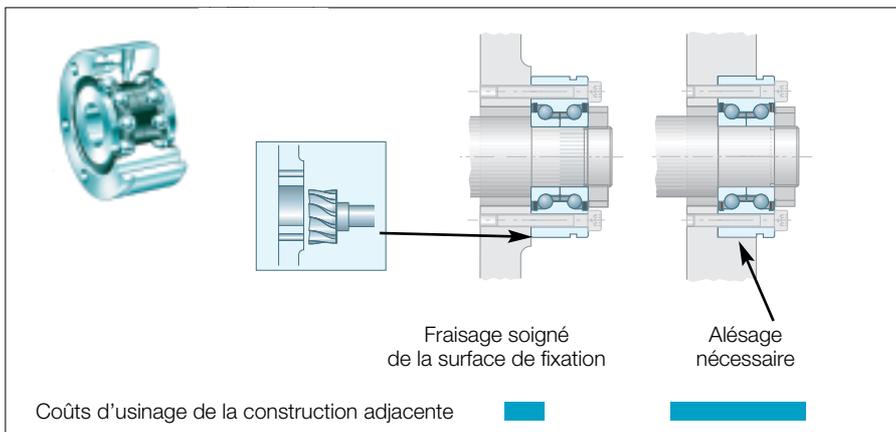


Fig. 6 Réduction des coûts de fabrication de la construction adjacente grâce à la fixation par vis du roulement sur une surface plane

suivante : pour la solution traditionnelle, le prix plus faible du roulement ne compense pas les coûts plus importants engendrés par les composants supplémentaires et le montage. Pour une solution adoptant les dernières avancées technologiques, au contraire, non seulement le prix plus élevé du roulement est compensé, mais en plus il existe alors de véritables possibilités d'économie.

De plus, si l'on inclut les coûts de fabrication de la construction adjacente dans cette analyse, on obtient une solution optimisée au niveau des coûts pour un palier de vis d'entraînement du plus haut niveau technique.

La figure 6 présente les possibilités d'économie pour un roulement ZKLF fixé sur une surface plane par rapport au roulement monté dans un logement. La rectification du logement du roulement peut être évitée. Seul un fraisage soigné de la surface de fixation est nécessaire.

5. Montage

La possibilité de fixer le roulement de vis d'entraînement sur une surface plane permet de simplifier considérablement le montage. Pour que l'alignement du roulement soit précis, seul le déplacement de l'écrou de la vis à billes jusqu'à ses positions extrêmes est nécessaire.

L'un des problèmes posés est le positionnement radial des roulements par rapport à une référence. Le montage d'une vis d'entraînement avec un roulement fixé latéralement sur une surface plane est aisé.

Le positionnement de la vis correspond alors à la référence. L'écrou à billes que l'on peut déplacer sert directement d'élément fonctionnel pour l'alignement des roulements. Lors du processus d'alignement, les vis de fixation des bagues extérieures de roulement sont d'abord serrées à la main, puis l'écrou à

billes est déplacé jusqu'aux extrémités. De cette manière, l'arbre et les roulements s'alignent ensemble dans la position optimale (figure 7). Enfin, les vis de fixation sont serrées avec le couple de serrage prescrit.

Cette séquence de montage permet d'obtenir un alignement directement via l'élément de référence dans la chaîne cinématique d'avance, ce qui contribue à une diminution des charges radiales supplémentaires appliquées au roulement et à l'écrou à billes et prolonge ainsi la durée de vie du roulement.

L'utilisation du roulement ZKLF, de par sa compacité, minimise le risque de défaut, ce qui constitue un autre effet secondaire positif. La manipulation d'un nombre réduit de composants (il ne reste plus que le roulement à fixation autonome, les vis de fixation et l'écrou à encoches de précision) réduit le montage au strict nécessaire.

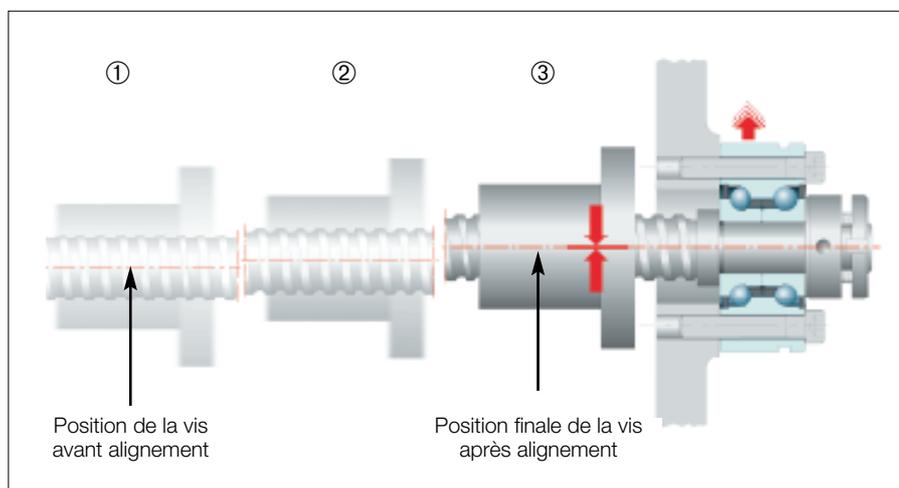


Fig. 7 Alignement des roulements par déplacement de l'écrou à billes

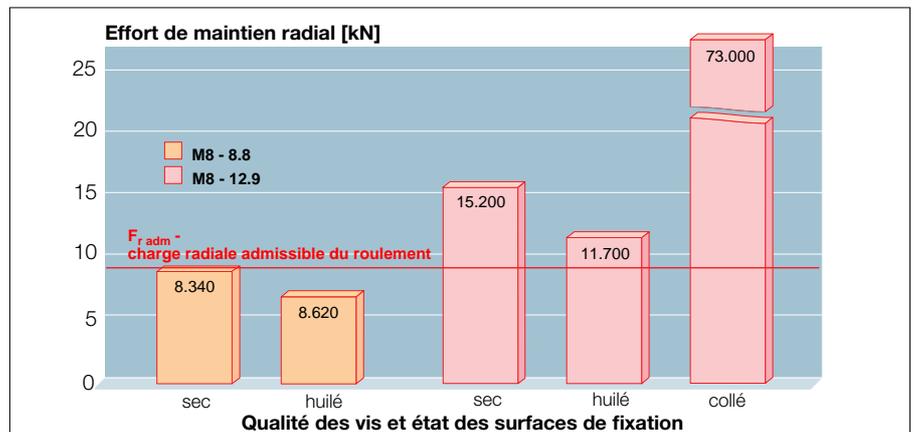


Fig. 8 Efforts de maintien radiaux d'un roulement ZKLF 30100.2 RS fixé par vis sur une surface plane

6. Absence de décentrage

La sécurité vis-à-vis du décentrage du roulement représente un thème important de la solution décrite. Il est possible de déterminer à l'aide d'essais les forces radiales maximales transmissibles provenant de la courroie d'entraînement, par exemple.

Les résultats de cette étude montrent qu'un glissement n'est observé que lorsque la charge radiale admissible du roulement est atteinte ou dépassée. Avec des vis de classe de résistance 8.8, l'effort radial nécessaire au glissement du roulement correspond approximativement à la charge radiale admissible du roulement lorsque les surfaces de contact sont sèches (figure 8).

Il est possible de supporter des efforts qui dépassent la charge radiale admissible du roulement en utilisant des vis de classe de résistance plus élevée (12.9) et en les serrant avec un couple de serrage plus élevé. Si, en outre, la bague extérieure est collée, par exemple à l'aide de Loctite 638, il est encore possible d'augmenter considérablement ces efforts.

Les résultats d'essais avec les vis de classe de résistance faible ou élevée permettent d'affirmer que les vis de classe de résistance 10.9 recommandées pour la fixation des roulements ZKLF assurent, en toute sécurité, la transmission des forces de traction de courroie nécessaires à l'entraînement.

7. Conclusion

Le développement continu et de nouvelles idées dans le concept d'entraînement électromécanique des axes linéaires entraînent de nouvelles exigences pour les systèmes d'entraînement. Ceci a permis d'obtenir dans le domaine des roulements de paliers de vis d'entraînement, non seulement une optimisation du produit lui-même, mais également la découverte d'autres concepts innovants dans ses applications.

Ainsi, un roulement de paliers de vis d'entraînement moderne constitue non seulement la base de l'augmentation des performances techniques des machines et installations, mais permet également de réaliser des économies. Les innovations pour les concepts d'entraînement traditionnels offrent différents avantages à l'ingénieur d'études.

Il est ainsi possible par exemple de réaliser des solutions modernes à partir de systèmes éprouvés depuis de nombreuses années dans le domaine des entraînements électromécaniques. Le pas important vers un nouveau principe de construction qui aurait des répercussions sur l'ensemble du concept de la machine, comme par exemple dans le cas du moteur linéaire, devient alors inutile. Cela rend l'entraînement électromécanique plus attractif comparé à d'autres solutions.

Bibliographie

- [1] Catalogue INA ZAE, Paliers de vis à roulement, 1998
- [2] Document INA, Compétence pour les paliers de vis d'entraînement (en allemand), Herzogenaurach 1996
- [3] Rapport d'essai VA-67517, Charge de glissement pour les roulements ZKLF (en allemand), Herzogenaurach 1995

Présentation des auteurs:

M. Gerald Nonnast est ingénieur d'applications spécialisé et M. Martin Schreiber est ingénieur, responsable des applications techniques dans la branche Machines de production et systèmes de la société INA Wälzlager Schaeffler oHG à Herzogenaurach, Allemagne.



INA Roulements S.A.

67506 Haguenau Cedex
Téléphone 03 88 63 40 40
Télécopie 03 88 63 40 41
www.ina.com/fr