

Paliers de vis économiques

Jürgen Hilbinger et Martin Schreiber

Article technique INA
Juillet 2001



Nouveaux paliers de précision économiques pour vis d'entraînement de faible diamètre

Jürgen Hilbinger et Martin Schreiber

Economiser ... – bien entendu, pas au niveau des performances techniques, mais uniquement des coûts généraux des paliers de vis à roulement. La preuve a déjà souvent été faite que même des technologies optimisées présentent encore d'importants potentiels d'optimisation. L'article ci-dessous décrit une telle innovation.

Des solutions prêtes au montage, à capacité de charge, rigidité et précision élevées, tels les roulements INA de la série ZKLF (figure 1), se sont imposées ces dernières années avec succès dans la construction mécanique. Elles doivent leur succès auprès de nos clients de ce secteur à leur montage simplifié. Il suffit de déballer, puis de monter ! Il n'est plus nécessaire aujourd'hui de monter séparément les différents roulements et étanchéités avec les nombreux composants nécessaires à leur fixation.

1. Objectif

Cet intérêt appréciable pour le client justifiait largement le développement – en parallèle et/ou en complément de ces paliers de vis d'entraînement connus – d'une série économique pour les petites dimensions. Cette série transpose ses avantages économiques et techniques à d'autres domaines d'application.

Pour les paliers de vis d'entraînement des machines de contrôle et de mesure, des petites machines d'usinage, des machines de précision et de productronique par exemple, la capacité de charge importe moins qu'un faible moment résistant et une précision élevée.

Des solutions complexes avec montage de roulements individuels sont encore utilisées couramment aujourd'hui pour assurer des déplacements linéaires avec des efforts d'entraînement faibles, mais une précision élevée.

Les paliers à encombrement très réduit et prêts au montage de la série ZKLR offrent maintenant aussi une solution innovante pour ce domaine d'application.

Une fois de plus, le principe confirmé «conception compacte et coût moindre pour le client» a présidé à leur conception.

Ce même principe avait déjà conduit au développement de la série ZKLF mentionnée ci-dessus.

2. Conception

Les paliers de la série ZKLR (figure 2) sont constitués de deux roulements à billes de précision préchargés et disposés en X et d'un corps de palier à paroi mince. Une expérience de plus de 40 ans dans le formage de précision a donné l'idée aux concepteurs de réaliser le corps de palier sans enlèvement de copeaux. Cette technologie économique permet de répondre de façon optimale aux impératifs techniques : légèreté, faible encombrement et précision élevée.

Les ZKLR supportent sans jeu des charges radiales ainsi que, dans les deux sens, des charges axiales (figure 3). Leurs charges de base axiales réelles sont supérieures aux charges admissibles des vis à billes de diamètre nominal correspondant. Il s'ensuit automatiquement un ajustement optimal du rapport charge de base/encombrement.

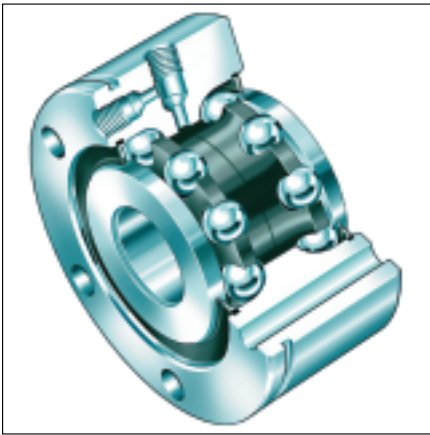


Figure 1 Roulement à billes à contact oblique, série ZKLF

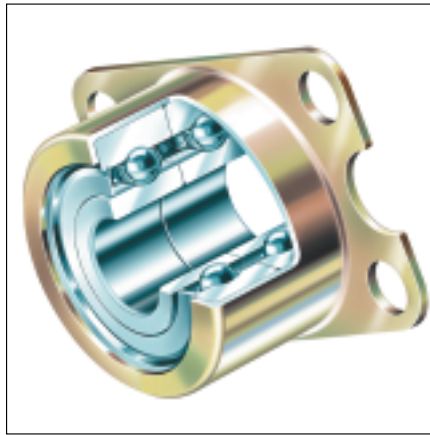


Figure 2 Roulement à billes à contact oblique, économique, série ZKLR

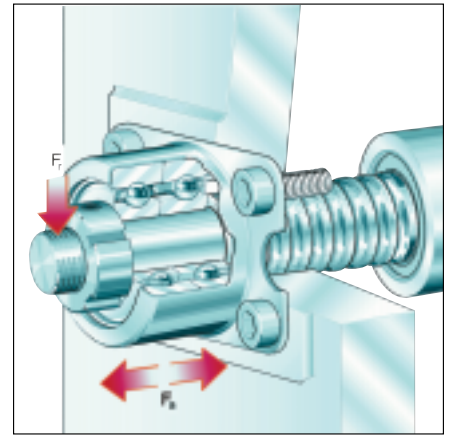


Figure 3 Solution de montage avec roulement à billes à contact oblique ZKLR

3. Frottement

Un moment résistant réduit et de faible amplitude caractérise ces roulements qui viennent d'être développés. Pour ne pas compromettre ces avantages, l'étanchéité des roulements est assurée par des déflecteurs non frottants.

Les courbes du moment résistant des roulements ZKLR (figure 4) montrent qu'elles sont en corrélation avec celles des vis à billes correspondantes. Des essais ciblés avec différentes graisses ont permis d'optimiser l'écart entre le moment résistant au démarrage et celui en fonctionnement.

Des vitesses de rotation limites élevées sont admissibles car le faible moment résistant ne génère qu'un échauffement très limité du roulement. De ce fait, les roulements de paliers de vis à billes disposent d'une sécurité suffisante par rapport aux vitesses admissibles.

4. Précision

Comme nous l'avons déjà mentionné, la conception a été adaptée partout où les répercussions sur le coût étaient positives. Une exception concerne néanmoins la précision. Des mesures du battement axial et radial effectuées sur les roulements ZKLR ont montré que leur combinaison avec des composants de précision en tôle et avec des composants spécifiques et usinés par enlèvement de copeaux permet d'atteindre des précisions de rotation entre P4 et P5 (tableau 1).

ZKLR 0624.2Z	Valeur moyenne	Ecart standard
Battement radial	1,2 μm	0,3 μm
Battement axial	4,6 μm	0,5 μm

Tableau 1 Précision de rotation des ZKLR (extrait d'une série de mesures sur 19 roulements)

5. Rigidité et charge limite

Les valeurs de rigidité calculées lors de la conception ont été confirmées par des mesures (figure 5). Ainsi, la rigidité axiale du roulement ZKLR 0624.2Z, par exemple, est de l'ordre de 20 N/ μm .

Les diagrammes (figure 6) de charge statique limite permettent à l'utilisateur de dimensionner et de choisir facilement la taille du roulement.

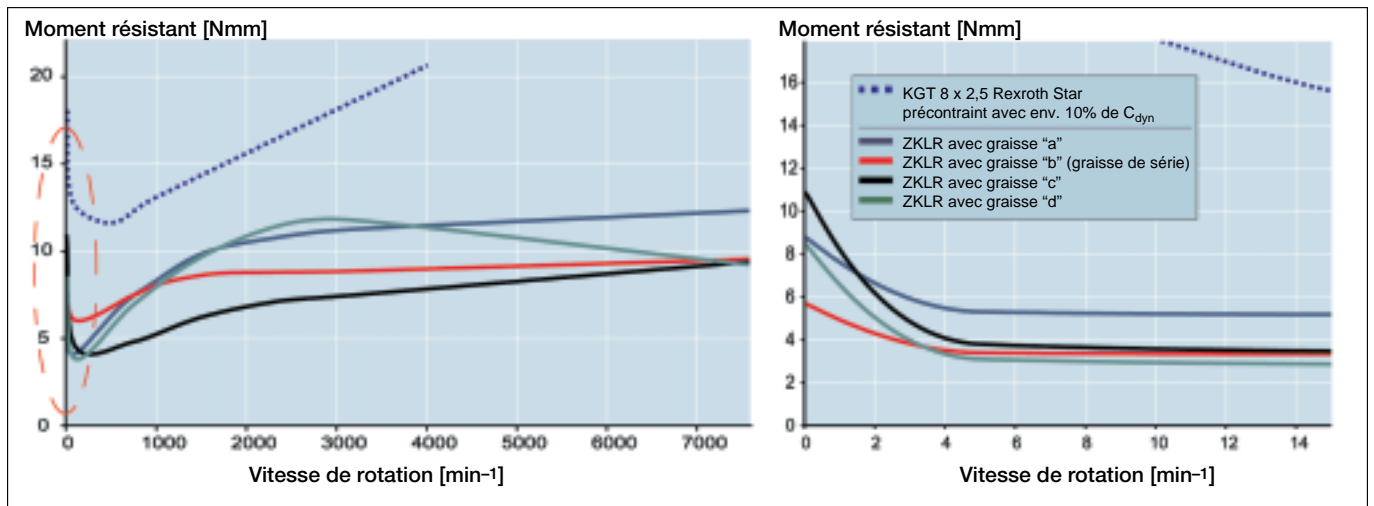


Figure 4 Résultat de l'essai «optimisation du moment résistant» à gauche : caractéristiques du moment résistant; à droite : extrait des caractéristiques du moment résistant à des vitesses de rotation faibles

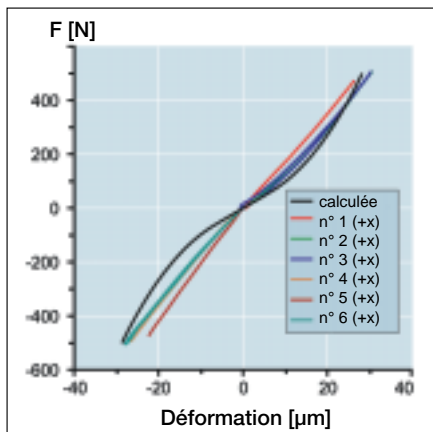


Figure 5 Rigidité axiale ZKLR 0624.2Z (extrait d'une série de mesures sur 6 roulements)

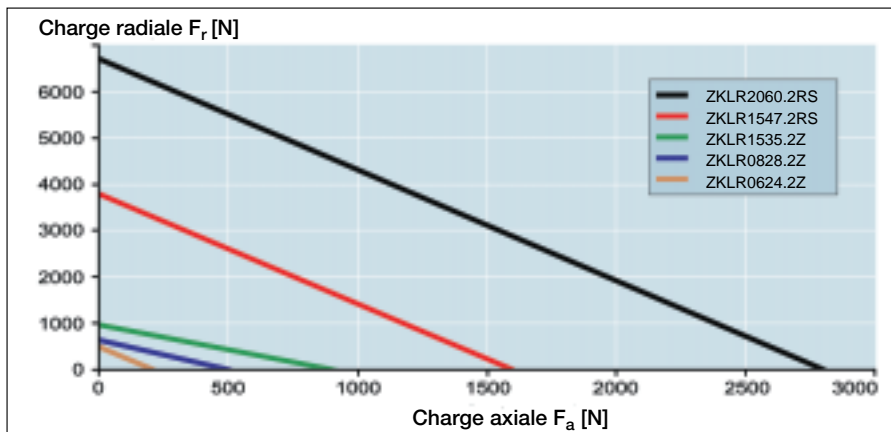


Figure 6 Diagramme de charge limite statique pour ZKLR

6. Montage et entretien

L'avantage majeur de ce nouveau développement est incontestablement son montage particulièrement facile : il suffit de fixer le roulement latéralement et sans centrage radial sur une surface plane fraisée, voire éventuellement non usinée. Tout composant supplémentaire pour la fixation au support de palier devient donc inutile (tableau 2). De même, l'usinage coûteux et long des logements des roulements est désormais superflu.

Un autre avantage des nouveaux roulements INA est évident : toute erreur de montage est évitée du fait du nombre réduit des composants nécessaires.

En outre, de toutes nouvelles réductions de coûts sont possibles car les roulements s'auto-alignent lors du montage en déplaçant l'écrou de la vis. La position de la vis est ici déterminante. L'écrou mobile de la vis sert d'élément fonctionnel pour l'alignement.

Au début, le roulement n'est fixé que légèrement. Ensuite, on déplace l'écrou de la vis d'entraînement à partir de la position extrême opposée et ceci en direction du roulement. De ce fait, le roulement s'auto-aligne, en fonction des contraintes sur la vis, sur la surface d'appui et ceci dans la position radiale optimale. Il ne reste ensuite qu'à bloquer les vis. Ceci empêche toutes charges radiales supplémentaires résultant de surcharges et conduit finalement à une durée de vie plus élevée (figure 7).

La conception toujours identique des flasques autorise éventuellement un blocage du roulement avec seulement deux vis de fixation au niveau des deux évidements, ce qui réduit aussi le coût.

Les économies les plus substantielles peuvent être réalisées au niveau de la fixation des roulements sur l'arbre. La précontrainte définie ayant déjà été intégrée dans le roulement, il n'est pas nécessaire de précharger les roulements lors du montage, alors que ceci est le cas habituellement pour les paliers de vis. Un écrou à encoches n'est pas nécessaire. De ce fait et en fonction de la charge à transmettre, le filetage coûteux à l'extrémité de la vis peut aussi être supprimé. Un blocage sans jeu suffit alors amplement pour fixer le roulement sur l'arbre.

Critères d'évaluation	ZKLR INA	Solutions conventionnelles	
+ = bon O = satisfaisant - = non satisfaisant			
Aucun composant supplémentaire (flasque, couvercle) n'est nécessaire	++	-	++
Aucune étanchéité ni bague de portée de joint supplémentaire n'est nécessaire	++	++	++
Un encombrement réduit est nécessaire	++	O	--
Sans grandes exigences envers la construction adjacente	++	--	O
Erreurs de montage peu probables	++	-	+

Tableau 2 Evaluation des exigences envers la construction adjacente et coût du montage de paliers de vis d'entraînement

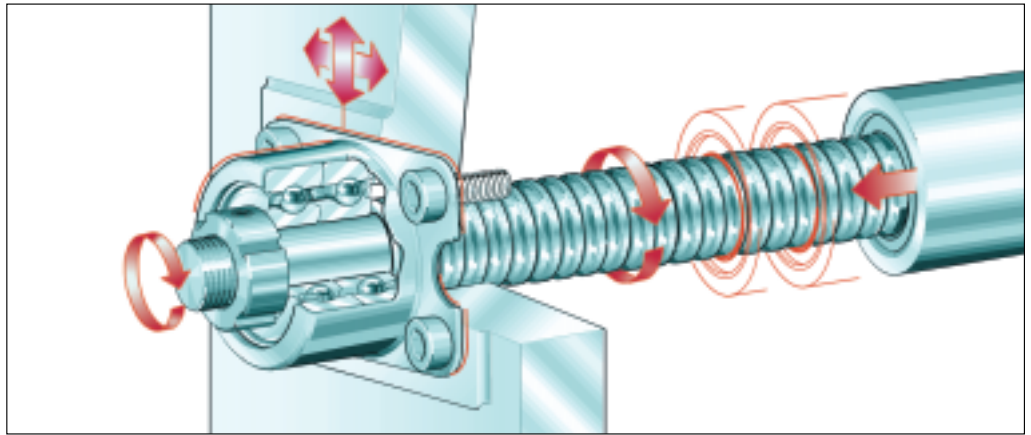


Figure 7 Alignement du roulement en déplaçant l'écrou de la vis

Un avantage supplémentaire est la possibilité d'utiliser le diamètre extérieur du palier pour le centrage du moteur. Ceci est possible du fait de la grande précision dimensionnelle du corps de palier embouti.

Les roulements ZKLR sont sans entretien dans la plupart des applications. Leur importante réserve de graisse le permet. De ce fait, aucun regraisage n'est nécessaire. De plus, le revêtement spécial INA Corrotect® du corps de palier constitue une protection anti-corrosion efficace au niveau des surfaces exposées.

7. Avantages pour l'utilisateur

Les possibilités concernant les éléments de construction légère ou les éléments de machines optimisés sont connues dans de nombreux domaines d'application, par exemple chez les équipementiers automobiles. Pour le présent produit, on part de la combinaison de la précision et de la fabrication économique. Donc, on suit le principe «non pas autant que possible, mais autant que nécessaire».

Les avantages qui en résultent pour l'utilisateur sont :

- constructions à encombrement réduit
- coût d'entretien réduit au minimum
- précision élevée pour un faible coût
- puissance d'entraînement minimale du fait du faible moment résistant

- sécurité suffisante par rapport aux vitesses admissibles
- montage simple, rapide et économique
- coût de fabrication minimal pour la construction adjacente
- frais généraux minimaux du fait du plus faible nombre de composants à approvisionner.

Une fois de plus, il a été démontré qu'une optimisation ciblée des coûts peut être combinée avec une amélioration des caractéristiques techniques et une grande facilité de montage et d'entretien. Il s'agit donc là d'une étape innovante de plus en direction d'une productivité accrue et de coûts plus faibles. Avec la nouvelle série ZKLR, vous disposez une fois encore d'une technologie d'avenir qui renforcera aussi l'entraînement électromécanique, dans le futur, dans sa solide position sur le marché.

Sources:

Article technique INA VSL
Rapport d'essai INA VA 74456

Les auteurs:

Martin Schreiber, Dipl.-Ing. (FH), est responsable du service Applications de la branche «Machines de production et systèmes» d'INA Wälzlager Schaeffler oHG.
Jürgen Hilbinger est technicien d'application de la branche «Machines de production et systèmes» d'INA Wälzlager Schaeffler oHG.



INA Roulements S.A.

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