

ROULEMENTS

Des matériaux qui encaissent la charge

Les pompes turbomoléculaires (TMP) fonctionnent généralement à des niveaux de vide très élevés allant jusqu'à 10^{-9} mbar. **Dans cette dernière application, les roulements doivent donc fonctionner à grande vitesse.** Cela réduit leur capacité de charge et nécessite des matériaux alternatifs aux propriétés améliorées.

© BARDEN BEARINGS



Les roulements sur mesure peuvent maintenant être livrés en 20 semaines seulement, ce qui permet d'équiper les pompes plus rapidement.

Les semi-conducteurs font partie intégrante de la société. La demande augmente grâce à l'utilisation et à la consommation croissantes d'appareils électroniques grand public, associées à l'utilisation croissante de l'intelligence artificielle (IA) dans l'industrie. En outre, la demande actuelle pour davantage de sources d'énergie renouvelables, et donc de semi-conducteurs pour les cellules photovoltaïques, contribue largement à la croissance globale de l'industrie.

“ La fabrication de semi-conducteurs nécessite un environnement à ultravide inférieur à 10^{-7} mbar, pour garantir l'absence de tout risque de contamination.

La fabrication de semi-conducteurs nécessite un environnement à ultravide inférieur à 10^{-7} mbar, pour garantir l'absence de tout risque de contamination. Les pompes à vide sont un équipement essentiel pour créer la bonne atmosphère. Un élément clé de la conception de la pompe est le système de roulement. Quatre tendances clés motivent la conception de nouvelles pompes.

Il existe généralement deux types de pompes : les pompes à vide Fore, qui font baisser la pression de l'atmosphère jusqu'à 10^{-3} mbar, et les pompes turbomoléculaires (TMP), qui fonctionnent généralement à des niveaux de vide très élevés allant

jusqu'à 10-9mbar. Dans cette dernière application, les roulements doivent souvent fonctionner à grande vitesse. Cependant, quel que soit le type de pompe, elles doivent relever les mêmes défis : l'efficacité énergétique, la longévité, la rapidité de mise sur le marché et un partenariat solide avec des fournisseurs pour la partie analyse et fiabilité des systèmes.

1. Efficacité énergétique

Dans le but de réduire la consommation d'énergie et de fonctionner le plus efficacement possible, les fabricants de pompes envisagent de concevoir des pompes à densité de puissance accrue. Cependant, il faut tenir compte des pertes parasites qui absorbent l'énergie du système. Ces pertes, dans un système de roulement, sont principalement dues au couple de frottement généré par la friction entre les billes, le chemin de roulement et la lubrification dans le roulement. Elles peuvent être résorbées en réduisant la taille du roulement et le nombre de billes, ce qui augmente également la vitesse du roulement. La pompe peut alors fonctionner plus rapidement ou plus efficacement.

Cependant, cela pose un défi car à charges sur le roulement identiques, la capacité du roulement à supporter ces charges est moindre. Il est possible de surmonter ce problème en recherchant des matériaux alternatifs aux propriétés améliorées, à savoir la résistance à la fatigue et à l'usure. Le SV30, un acier martensitique trempé à cœur, à haute teneur en azote, résiste également à la corrosion.

2. Longévité

La fiabilité est la base d'une longue durée de vie et de temps d'arrêt réduits. En utilisant une combinaison de matériaux spécialisés, de traitements thermiques et de revêtements de surface, il est possible de concevoir des roulements qui fonctionnent généralement

pendant cinq ans sans défaillance dans ces environnements difficiles. La technologie actuelle des roulements « graissés à vie » permet d'obtenir une durée de vie de plus de 30 000 heures à des vitesses élevées dépassant 800 000 ndm.

Des revêtements et des traitements de surface avancés peuvent être appliqués aux roulements pour combattre le frottement, prévenir la corrosion et réduire l'usure. Le traitement thermique revêt une importance toute particulière. À haute température, l'austénite retenue dans l'acier d'un roulement affecte néga-

ivement sa stabilité dimensionnelle, provoquant sa dilatation, ce qui peut entraîner une défaillance prématurée. L'austénite contenue dans un acier pour roulements non traité thermiquement est d'environ 3 à 4%. Un traitement thermique spécial peut réduire ce niveau à seulement 0,1%. Cela rend possibles de meilleures performances à des températures élevées et, au final, un système plus fiable avec une durée de vie plus longue.

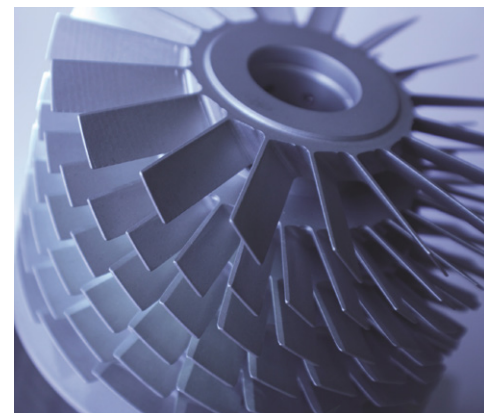
Les roulements de précision contribuent à une réduction globale des coûts totaux du système.



© BARDEN BEARINGS

Performances de la céramique

Les billes en céramique (nitrure de silicium) sont un autre matériau offrant des performances supérieures et fiables à long terme, grâce aux propriétés mécaniques inhérentes au matériau. L'utilisation de billes en céramique à la place de billes en acier peut améliorer radicalement les performances des roulements.



▲ Grâce à des roulements de précision spécialisés, les pompes peuvent fonctionner à leur niveau de performance maximal et pendant de nombreuses années.

◀ Quatre grandes tendances guident la conception des nouvelles pompes à vide : l'efficacité énergétique, la longévité, la rapidité de mise sur le marché et le support.

Comme les billes en céramique sont 60% plus légères que les billes en acier et que leur surface est presque parfaitement lisse, elles présentent des niveaux de vibration de deux à sept fois inférieurs à ceux des roulements à billes en acier classiques. Les roulements hybrides en céramique fonctionnent également à des températures nettement plus basses, ce qui permet d'augmenter les vitesses de rotation de 40 à 50%. Les températures de fonctionnement plus basses contribuent à prolonger la durée de vie du lubrifiant. Il a été prouvé que les roulements à billes en céramique durent jusqu'à cinq fois plus longtemps que les roulements à billes en acier conventionnels. Les systèmes équipés d'hybrides à base de céramique présentent une plus grande rigidité et une fréquence propre plus élevée, ce qui les rend moins sensibles aux vibrations.

La précision des roulements joue également un grand rôle dans l'efficacité et la fiabilité. Il existe une relation directe entre la classe de précision et la durée de vie des roulements. Les roulements présentant les tolérances les plus élevées offrent les niveaux de précision les plus élevés et une durée de vie plus longue. Les fabricants de pompes doivent rechercher des roulements classés, a minima, ISO P4S (ABEC 7) pour obtenir les meilleures performances.

3. Vitesse d'accès au marché

Les fabricants sont soumis à une forte demande pour concevoir et mettre leurs pompes sur le marché le plus rapidement possible. Dans un secteur concurrentiel, il

est capital de demeurer compétitifs et à la pointe du marché. Une façon de garantir la rapidité du processus est de revoir le délai de conception des roulements.

Le délai standard de l'industrie pour les roulements de précision spécialisés se situe entre 40 et 60 semaines. Toutefois, ce délai a été réduit de moitié et les roulements sur mesure peuvent désormais être livrés dans de meilleurs délais.

“ Avec la demande accrue de semiconducteurs et le climat économique ambiant, les pompes doivent répondre aux exigences d'efficacité et de fiabilité.

4. Partenariat et soutien

Les fabricants de pompes exigent davantage qu'un simple produit. Ils ont de plus en plus besoin d'un partenariat avec leurs fournisseurs. Les systèmes de pompage sont complexes et comportent de nombreux paramètres. De véritables partenaires deviennent indispensables pour l'élément porteur, en apportant un soutien complet pour le calcul et la modélisation du système. Par exemple, lorsqu'un roulement entre dans la phase de qualification et est testé, il peut être renvoyé au fournisseur pour examen et

preuve de ses performances. Laisser la modélisation aux experts en roulements permet également de libérer du temps pour que les concepteurs de pompes puissent se concentrer sur leurs points forts et leurs tâches quotidiennes.

Conclusion

Avec la demande accrue de semi-conducteurs et le climat économique ambiant, les pompes doivent répondre à diverses exigences, notamment d'efficacité et de fiabilité. Le choix de roulements spécialisés ayant une durée de vie plus longue que les roulements conventionnels permet aux pompes telles que les pompes sèches et les pompes TMP de fonctionner à leur niveau de performance maximum pendant de nombreuses années.

Les roulements de précision contribuent également à une réduction globale des coûts totaux du système. Le calcul des coûts indirects liés au remplacement fréquent des roulements - qui comprennent non seulement les stocks, mais aussi les temps d'arrêt des machines, la perte de productivité et de main-d'œuvre - permet de réaliser des économies considérables. Travailler avec des experts en roulements qui peuvent concevoir des roulements avec les bonnes géométries pour offrir les meilleures performances et vitesses en fonction des conditions environnementales, ainsi que les livrer rapidement peut faire toute la différence pour la productivité et la rentabilité d'un fabricant. ■