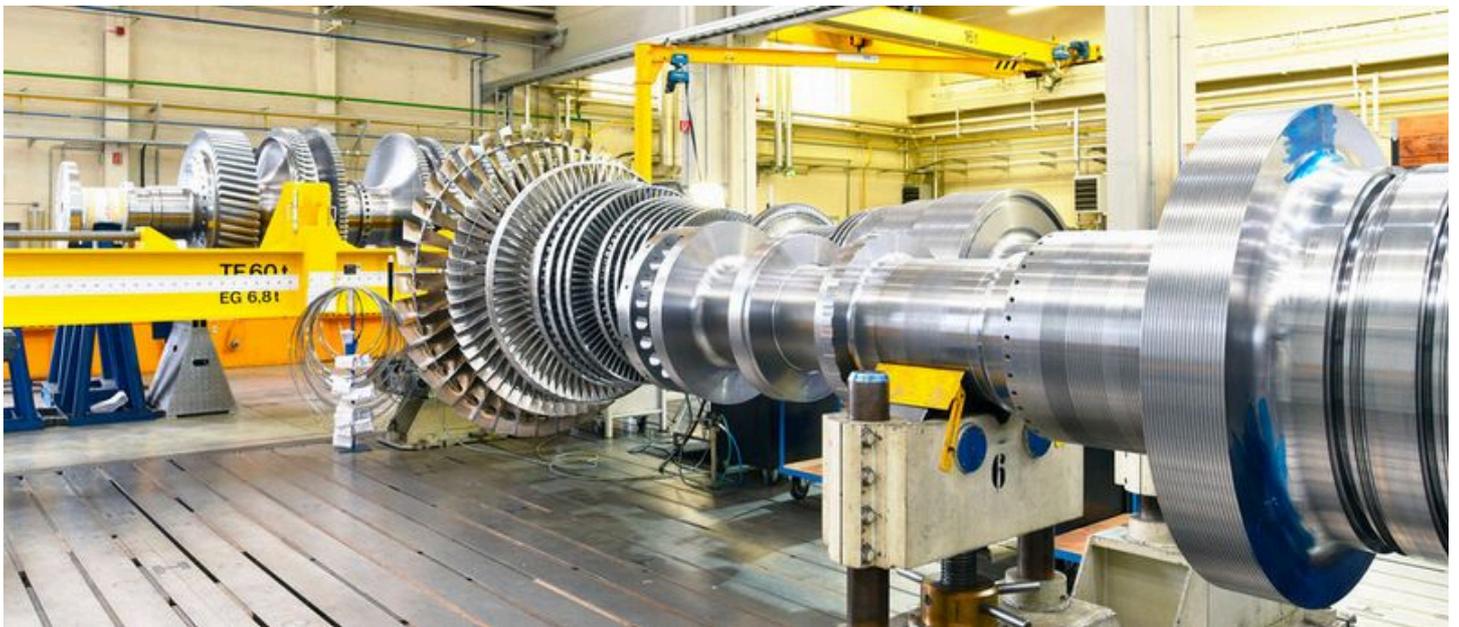


Gleitlagertechnik

Wie Wirbelnuten in Kippsegment-Radiallagern wirken

22.07.2021 · Von Stephan Faulhaber und Eckhard Schüler 

Sogenannte Wirbelnuten können die Leistung von Gleitlagern erheblich steigern. Wir zeigen, wo sie eingesetzt werden, wie sie funktionieren und was sie bewirken.



Kippsegment-Radiallager werden vorzugsweise in Dampfturbinen (Bild), Gasturbinen, Turbokompressoren und Getrieben eingesetzt.

(Bild: ©industrieblick - stock.adobe.com)

Dampf- und Gasturbinen, Turbokompressoren und Getriebe

<https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/stirnrad-kegelrad-und-co-zahnradgetriebe-kurz-erklaert-a-790375/> sind typische Einsatzfelder von Kippsegment-Radiallagern. Die

Anforderungen an die Gleitlager <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/gleitlager-grundlagen-eigenschaften-und-anwendungen-a-05cf3d40f5b4315e7eb1f4dd432e7dfd/> sind

hoch: Einerseits werden eine erhöhte Tragfähigkeit bzw. erhöhte Leistungsdichte gefordert, andererseits dürfen die Lagerfunktionalität und Betriebssicherheit nicht beeinträchtigt werden. Neben Änderungen an der Lagergeometrie, die oft nur begrenzt umsetzbar sind, kann der

Einsatz von Wirbelnuten, genannt „Miba Eddy Grooves“, erhebliches Potenzial zur Leistungssteigerung von Gleitlagern erschließen.

Die Leistungsgrenzen konventioneller Gleitlager können in Turbomaschinenanwendungen aus unterschiedlichsten Gründen erreicht oder auch, entgegen der ursprünglichen Auslegung der Lager, überschritten werden. Ein wichtiger Ansatz zur Überwindung der traditionellen Betriebsgrenzen, ist die Reduktion der maximalen Lager- und Ölfilmtemperaturen.

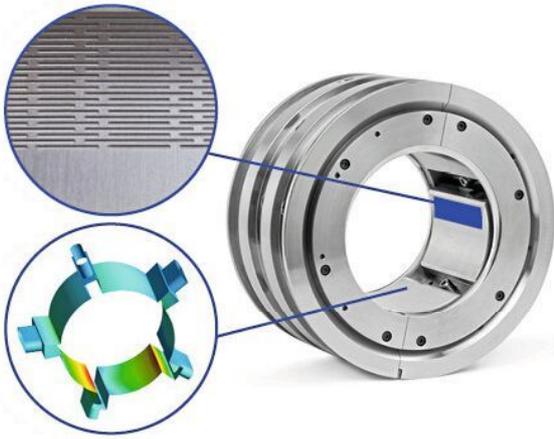
„Der Schlüssel zu einer verbesserten Lagerleistung liegt in einem Lagerkonzept, das auch bei hohen Drehzahlen und Belastungen eine übermäßige Erwärmung bestimmter Lagerbereiche sowie des Ölfilms verhindert.“

Übermäßige Erwärmung bestimmter Lagerbereiche vermeiden

Angenommen, die Schmierfilmdicke, die im Wesentlichen von der auftretenden Belastung, der Gleitgeschwindigkeit und dem gewählten Schmierstoff abhängt, ist für den sicheren und zuverlässigen Betrieb von Gleitlagern ausreichend vorhanden, dann sind die lokalen Maximaltemperaturen der entscheidende, leistungsbegrenzende Parameter. Der Schlüssel zu einer verbesserten Lagerleistung liegt in einem Lagerkonzept, das auch bei hohen Drehzahlen und Belastungen eine übermäßige Erwärmung bestimmter Lagerbereiche sowie des Ölfilms verhindert.

Um die maximalen Lagertemperaturen zu reduzieren, ist es gängige Praxis, Merkmale wie seitlich offene Lagergehäuse in Verbindung mit gelenkter Schmierung sowie kupferhaltige Lagergrundmaterialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit einzusetzen. Reichen diese Ansätze nicht aus, können geometrische Anpassungen, wie eine Vergrößerung der Lagerbreite oder des Bohrungsdurchmessers in Erwägung gezogen werden, welche darauf abzielen, spezifische Lagerlasten zu reduzieren. Aufgrund der durch solche Maßnahmen prinzipiell steigenden Ölbedarfe und Verlustleistungen sowie eines erhöhten Platzbedarfs des Lagers, sollten diese Maßnahmen jedoch nach Möglichkeit vermieden werden. Bei bestehenden Gehäusekonstruktionen sowie bei Problemen mit im Betrieb befindlichen Gleitlagern sind geometrische Änderungen häufig kaum durchführbar.

Wenn die Wirbelnuten ins Spiel kommen



Wirbelnuten oder Eddy Grooves sind ein direkter Ansatz, um die maximalen Ölfilm- und damit auch Lagertemperaturen zu reduzieren.

(Bild: Miba)

Bereichen.

Anders ausgedrückt entstehen hohe lokale Schmierfilm- und Lagertemperaturen durch den geringen Abtransport dissipierter Energie, aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit des Schmieröls in Kombination mit niedrigen tangentialen und praktisch nicht vorhandenen radialen Geschwindigkeitskomponenten in der Strömung.



Durch die gezielte Störung der laminaren Strömung mittels Nuten in der Lagerlauffläche, kann in definierten Bereichen ein laminar-turbulenter Strömungsumschlag angeregt werden.

(Bild: Miba)

bleiben dabei erhalten oder werden sogar verbessert. Die allgemeine Lager- oder Gehäusekonstruktion bleibt unverändert bestehen.

Wirbelnuten oder Eddy Grooves sind ein direkter Ansatz, um die maximalen Ölfilm- und damit auch Lagertemperaturen zu reduzieren: Das im Vergleich zur mittleren Schmierstofftemperatur deutlich erhöhte Temperaturniveau lagernaher Ölfilmbereiche entsteht durch Dissipation¹ aufgrund hoher Schwergeschwindigkeiten (Scherraten) im Schmierfilm, in Kombination mit geringen tangentialen Strömungsgeschwindigkeiten in Schalennähe und dem Vorhandensein einer laminaren Schmierpaltströmung in diesen

Durch die gezielte Störung der laminaren Strömung mittels Nuten in der Lagerlauffläche, kann in definierten Bereichen ein laminar-turbulenter Strömungsumschlag angeregt werden. Die radialen Strömungskomponenten der Turbulenz wirken wie eine Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit des Ölfilms und verbessern dadurch den Wärmeaustausch zwischen wärmeren und kühleren Bereichen über der Schmierpalthöhe. Die sich daraus ergebende Reduktion der Maximaltemperaturen entspricht einer Erhöhung der Lagerleistungsgrenze. Die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit

Laufflächentemperaturen deutlich gesenkt

Ein ausführlicher Artikel über die Leistungsverbesserung durch Wirbelnuten wurde 2021 von Miba Industrial Bearings veröffentlicht². Die experimentelle Untersuchung wurde an einem 5-Kippsegment-Gleitlager mit einem Bohrungsdurchmesser von 120 mm in einem Geschwindigkeitsbereich von 50 m/ bis 110 m/s und einem Lastbereich von 0 MPa bis 4 MPa durchgeführt. Temperatursensoren direkt an der Gleitfläche ermöglichten eine zuverlässige Bestimmung der maximalen Lagertemperaturen. Im direkten Vergleich zwischen einem Lager mit herkömmlicher, glatter Lauffläche und demselben Lager, welches nach Abschluss der ersten Testreihe mit Wirbelnuten ausgestattet wurde, zeigte sich die erwartete deutliche Senkung der Laufflächentemperaturen.

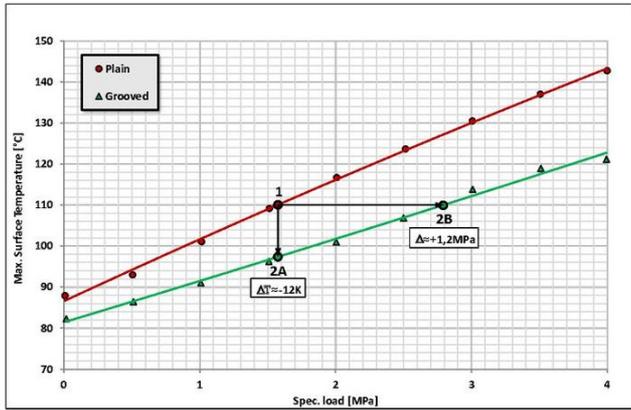
Miba Industrial Bearings

Die Industriegleitlagersparte der Miba Bearing Group produziert hydrodynamische Gleitlager und Dichtungen für Maschinen mit rotierenden Wellen, wie Turbinen, Kompressoren, Expander, Pumpen, aber auch Generatoren, Getrieben oder Refinern in Pulp & Paper. Mehr als 100 Jahre Erfahrung und 6 Standorte weltweit machen Miba Industrial Bearings zu einem zuverlässigen Produktions- und Servicepartner.

Bislang wurde die Wirbelnutentechnologie an Lagern mit Bohrungsdurchmessern von 120 und 500 mm experimentell verifiziert. Darüber hinaus wurde im Januar 2021 ein erstes Wirbelnuten-Kippsegmentlager mit Ø 60 mm bei dem Servicefall eines Getriebekompressors, bei dem erhöhte Lagertemperaturen zu Ölkohlebildung geführt hatten, als Ersatz für ein herkömmliches Lager eingesetzt. Die Maschine ist seitdem wieder in Betrieb. Die von Miba prognostizierte Reduktion der Lagertemperatur wurde vom Betreiber bestätigt und das ursprüngliche Temperaturproblem des Lagers behoben.

Wirbelnuten in bereits vorhandene Lager einbringen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass „Miba Eddy Grooves“ insbesondere bei thermisch hochbelasteten Lagern, die nahe ihrer Leistungsgrenzen betrieben werden, zu einer Verbesserung der Betriebssicherheit führen können. Weiterhin lassen sich die reduzierten Lagertemperaturen nutzen, um die Lagerlast zu erhöhen, die Ölzuführtemperatur zu erhöhen oder die Lagergröße zu reduzieren, verbunden mit einem geringeren Ölbedarf und reduzierten Leistungsverlusten, während die Temperaturen auf einem akzeptablen Niveau gehalten werden.



Vergleich der maximalen Laufflächentemperaturen eines Gleitlagers mit und ohne Eddy Grooves bei $v=100$ m/s, $T_{in}=55$ °C und ca. 21K Öltemperaturerhöhung.
(Bild: Miba)

Characteristics by Application of Eddy Grooves. Lubricants 2021, 9, 18.

<https://doi.org/10.3390/lubricants9020018>. Received: 22 December 2020. Accepted: 7 February 2021.

Published: 10 February 2021

* Dipl.-Ing. Stephan Faulhaber ist Technischer Leiter der Miba Industrial Bearings Germany, einem Unternehmen mit Sitz in Göttingen. Dipl.-Ing. Eckhard Schüler arbeitet in der Miba Industrial Bearings Germany als Senior R&D Engineer.

(ID:47489361)

Zudem können Wirbelnuten auch in bereits vorhandene Lager eingebracht werden und haben nur sehr geringe Auswirkungen auf die dynamischen Lagereigenschaften, sodass sich diese Technologie auch für zeitkritische Servicefälle anbietet.

¹*Dissipation bezeichnet den Übergang einer umwandelbaren Energieform in Wärmeenergie
(www.duden.de/rechtschreibung/Dissipation)*

² Schüler, E.; Berner, O. *Improvement of Tilting-Pad Journal Bearing Operating*

Characteristics by Application of Eddy Grooves. Lubricants 2021, 9, 18.