



SERVICE INFORMATION

KS PERMAGLIDE® GLEITLAGER AUSWIRKUNG VON MIKROBEWEGUNGEN AUF GLEITLAGER

Gleitlager definieren die Position zwischen bewegten Bauteilen und bestimmen die Führungsgenauigkeit der Bauteile. Gleitlager leiten auftretende Kräfte mit ausreichender Tragfähigkeit an Gehäusekomponenten ab, möglichst mit wenig Reibung und geringem Verschleiß.

Haltbarkeit und Verschleiß der Lagerstelle

Das Betriebsverhalten von trockenlaufenden Verbundgleitlagern wird durch die Bewegungsform und die Belastungsgrößen *Flächenpressung* p und *Gleitgeschwindigkeit* v beschrieben. Diese Hauptmerkmale geben einen näherungsweisen Ansatz für die Auslegung trockenlaufender Gleitlager. Der *pv-Wert*, das Produkt aus p und v , ist ein Maß für den spezifischen Energieeintrag, den die Lagerfläche des Gleitlagers dauerhaft aufnehmen muss. Für eine genauere Aussage zur Haltbarkeit der Lagerstelle müssen außerdem das Reibverhalten und die Bedingungen zur Wärmeübertragung berücksichtigt werden.

Bei sehr kleinen Bewegungsformen, z. B. bei schwingenden Systemen, werden weitere Anforderungen an das Lager gestellt. Das betrifft hauptsächlich das Werkstoffverhalten in unterschiedlichen Verschleißvorgängen.

Mechanischer Verschleiß

Jede Kraft auf einen Körper führt in Abhängigkeit der Elastizität des Werkstoffs zu einer inneren Spannung. Mikroskopisch betrachtet kommen die Rauheitsspitzen der berührenden Oberflächen zweier vermeintlich glatter Körper punktuell in Kontakt. In jedem Kontaktpunkt bildet sich eine Spannungsverteilung aus, in welcher der Werkstoff zunächst mit elastischer Deformation reagiert. Das ist mit einer Feder vergleichbar, welche sich in ihre ursprüngliche Lage zurückversetzen kann.



Oberflächenschäden durch Mikroreibung an einem Getriebe

Oszillierende Reibung und abgleitende Rauheitsspitzen in den Kontaktzonen unterliegen zudem einer wechselnden Beanspruchung. Daher sind Werkstoffe mit hoher Biegewechselfestigkeit erforderlich. In den einzelnen Reibkontakten führen übermäßige wechselnde Schubspannungen zu fortschreitender Ermüdung.

Sehr hohe örtliche Spannungen führen oberhalb der Druckbelastbarkeit des Werkstoffs zu plastischen Verformungen. Dabei erfährt ein Werkstoff in den Kontaktzonen irreversible Stauchungen und das Materialgefüge versteift sich. In solchen Bereichen tendiert ein Werkstoff zunehmend zum Sprödbbruch. Mikrobrüche, Oberflächenzerrüttung und Schädigungen der Strukturen unterhalb der Oberfläche können entstehen. Erst die Summe aller tragenden Kontaktpunkte lassen die Flächenpressung auf ein akzeptables Maß fallen.



Thermische Beanspruchung

Reibungskräfte, welche stets der Bewegungsrichtung entgegengesetzt gerichtet sind, bewirken außerdem eine Wärmeumwandlung. Die Ableitung der Reibungswärme ist daher außerordentlich wichtig, um den Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs gering zu halten. Für trockenlaufende Gleitlager ist es essentiell, entstehende Reibwärme kontinuierlich an Welle und Gehäuse abzuleiten. Im Falle einer Flüssigkeitsreibung wird Wärme auch über das Schmiermittel abtransportiert.

In stabil laufenden Reibungssystemen muss stets ein thermisches Gleichgewicht zwischen Wärmeeintrag und Wärmeabtrag herrschen. Andernfalls könnten örtlich hohe Temperaturspitzen allmählich zur Überhitzung der gesamten Lagerstelle führen. Das Resultat wäre ein thermisches Versagen mit Aufschmelzungen an der Gleitfläche.

Bei hochfrequenten Mikrobewegungen sind die Übertragungswege für den Wärmeabfluss ebenfalls begrenzt, da die Gleitpartner schließlich makroskopisch an einem Ort verharren.

Adhäsionsverschleiß

Neben den mechanischen und thermischen Verschleißerscheinungen kommen eventuell weitere Verschleißvorgänge auf atomarer Ebene hinzu. Die Adhäsion ist eine Wechselwirkung kontaktierender Bereiche. Wenn sich Oberflächen örtlich extrem nahe kommen, können sich bei stofflicher Ähnlichkeit atomare Wechselwirkungen ergeben. Das geschieht z. B. durch Pressen eines weicheren Werkstoffs auf einen härteren Werkstoff, wobei sich die Körper unter Deformation einander anschmiegen.

In benachbarten Grenzschichten findet ein Elektronenaustausch statt. Bei Metallen kann es zu Kaltverschweißungen zwischen den Oberflächen kommen. Führt eine weitere Krafteinwirkung zum Abgleiten der Oberflächen, werden die Schweißpunkte abgeschert. Man spricht von Adhäsionsverschleiß mit charakteristischem Verschleißbild an Fressspuren, Kuppen oder Mulden.

Weitere Ursachen für Mikrobewegungen

Mikrobewegungen treten zudem oft in schwingenden Systemen auf oder werden durch wechselnde Formänderungen der Bauteile hervorgerufen, z. B. Durchbiegung belasteter Wellen.

Lösungsansatz:

Tribologische Werkstoffe zur Verschleißminimierung

Um diese Verschleißeffekte einzudämmen werden tribologische Werkstoffe speziell für oszillierende Bewegungsformen konzipiert. Harte Zusätze wie Bornitrid oder Kohlefaser helfen, die Rauheitsspitzen des Gegenlaufpartners zu glätten. Weichere metallische Zusätze wie Blei oder Zinn sowie metallische Schwefelverbindungen wie Zinksulfid, Molybdändisulfid oder Bariumsulfat helfen, Rauheitstäler von Oberflächen aufzufüllen. Die Gitterstrukturen dieser Zusätze erlauben es, reibarm und verschleißarm gegeneinander abzugleiten und vermeiden übermäßige Biegewechselwirkungen. PTFE als Matrix wirkt im hohem Maße antiadhäsiv und reibungsmindernd, Adhäsions-effekte werden wirkungsvoll reduziert.

Werkstoff KS Permaglide® P180

KS Gleitlager vereint diese Eigenschaften in speziellen KS Permaglide® Werkstoffrezepturen. Mit dem Verbundwerkstoff P180 wurde ein neuer Werkstoff für oszillierende Anwendungen entwickelt, welcher effektiv dem Belastungskollektiv z. B. von Zweimassenschwungrädern oder einer Hebellagerung von Riemenspannern standhält.

