

Dünnringlager: vom Maschinenelement zur Systemlösung

Vor allem aus der Robotik, der Radar-, Satelliten- und Kommunikationstechnik, Luft- und Raumfahrt, der Halbleiterindustrie sowie der Medizintechnik sind Dünnringlager nicht mehr wegzudenken. Die kompakt bauenden, leichten Präzisionslager überzeugen aufgrund ihrer Konstruktionsweise und der hohen Leistungsfähigkeit in vielen weiteren Anwendungsbereichen. Kaydon-Dünnringlager von Rodriguez sind hierfür ein gutes Beispiel.



Bild 1

Für die Dreheinheit von Computertomographen liefert Rodriguez Dünnringlager inklusive der gesamten Bauteilperipherie als fachgerecht montiertes, einbaufertiges Komplettsystem.

Oben: hochpräzise Kaydon-Dünnringlager zeichnen sich durch einen sehr kleinen Querschnitt bei großem Bohrungsdurchmesser aus

Hochpräzise Lagertechnik mit besonders kleinem Querschnitt bei großem Bohrungsdurchmesser – was als Spezialanfertigung für Halterungen von Marinegeschützen der US-Navy vor gut 60 Jahren begann, hat sich bis heute

zu einem differenzierten Produktspektrum mit Lagertypen für jeden Bedarf entwickelt.

Wirklich dünn

Um auch Anwendern aus der Automobil- und Textilindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Luft- und Raumfahrttechnik die schlanke Lagertechnik zu wirtschaftlichen Konditionen anbieten zu können, wurde Anfang der 60er-Jahre mit den „Reali Slim“-Dünnringlagern eine Reihe von kurzfristig lieferbaren Standardtypen auf den Markt gebracht – bis dato die dünnsten und leichtesten Wälzlager der Welt. Aufgrund der reduzierten Bezugskosten und verbesserten Verfügbarkeit konnten Konstruktionen zunehmend mit Dünnringlagern ausgelegt und damit Design und Funktionalität optimiert werden. Den zölligen Lagern folgten Ausführungen in einer Serie mit metrischen Abmessungen: Reali Slim MM. Da das Umrechnen in metrische Maße damit entfiel, wurden Konstruktionsberechnung bzw. Anschlusskonstruktionen vereinfacht. Das Standardprogramm wurde sukzessive ausgebaut; Sonderlösungen wurden und werden den speziellen Applikationsanforderungen entsprechend entwickelt. Kaydon-Dünnringlager überzeugen im Vergleich zu ähnlichen Produkten durch eine hohe Lebensdauer und erfüllen alle Ansprüche an Miniaturisierung,

Gewichtsoptimierung und besonders kompakte Konstruktion.

Von der Mars-Mission in die Lackierstation

Reali Slim-Dünnringlager kamen beispielsweise bei der Entwicklung des Roboterarms vom Phoenix Mars Lander zum Einsatz der im vergangenen Jahr auf dem roten Planeten Proben gesammelt hat. Der Roboterarm (Bild 3) führt dabei vier verschiedene Bewegungen aus. Drei der Gelenke, die dies ermöglichen, sind mit speziell für diese Anwendung modifizierten Kaydon-Dünnringlagern ausgestattet. Sie verfügen über einen kompletten Kugelsatz, um den Kräften und Vibrationen beim Start stand zu halten und zeichnen sich trotz der kompakten und leichten Konstruktion für kleinsten Bauraum durch hohe Tragzahlen aus. Im Betrieb auf dem Mars müssen die Lager sehr hohe Kräfte aufnehmen – zum Durchbrechen der Eisschicht auf der Oberfläche und zum Graben bis in eine Tiefe von etwa 50 cm wird eine Kraft von mehr als 45 kg benötigt. Die Lager sind aus wärmebehandeltem 440C-Edelstahl gefertigt, der zusätzlich noch gehärtet wurde, um eine überdurchschnittlich glatte Oberfläche und ein besseres Laufverhalten zu erreichen. Eine zusätzliche Wärmebehandlung ermöglicht der



Bild 2

Dank ihrer kompakten leichten Bauweise konnten Konstruktionen zunehmend mit Dünnringlagern ausgelegt und damit Design und Funktionalität optimiert werden

Kontakt

Rodriguez GmbH
Ernst-Abbe-Str. 20
52249 Eschweiler
Tel.: 0 24 03/7 80-0
Fax: 0 24 03/7 80-60
E-Mail: info@rodriguez.de
www.rodriguez.de



Bild 3

High-Tech für extreme Betriebsbedingungen: Drei der Gelenke am Roboterarm des Phoenix Mars Lander sind mit speziell für diese Anwendung modifizierten Kaydon-Dünnringlagern ausgestattet



Bild 4

Bei den Massen, die während der Akkordarbeit von Lackierrobotern beschleunigt werden müssen, zählt jedes Gramm. Daher setzt Atlanta Antriebssysteme bei der Roboterhandachse für Hochleistungs-Lackierroboter „Reali Slim“-Dünnringlager ein

Einsatz bei extremer Kälte, denn die Gelenke des Roboterarms sind für eine Temperatur von bis zu $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$ ausgelegt. Dementsprechend sind die Lager mit Spezialschmierstoff mit niedriger Ausgasung befüllt, der bei großer Kälte nicht zu zäh wird und in der dünnen Atmosphäre nicht verdampft.

Auch in vielen irdischen Anwendungen sind höchste Präzision und Leistungsstärke gefragt. Beispielsweise setzt Atlanta Antriebssysteme bei der Roboterhandachse für Hochleistungs-Lackierroboter acht Reali Slim-Dünnringlager (Rillenkugel-, Schrägkugel- und Vierpunktlager) von Rodriguez in sechs unterschiedlichen Größen und abgedichteter Ausführung ein (Bild 4). Bei den Massen, die während der Akkordarbeit der Lackierroboter beschleunigt werden müssen, zählt jedes Gramm. Dank des großen Lager-Innendurchmessers können Leitungen und Schläuche innen durch das Getriebe geführt werden; sie sind geschützt und bleiben nirgends hängen. Dadurch können die Getriebe mit einer besonders großen Hohlwelle und bei kompakter Gesamt-Baugröße realisiert werden.

Neue Dimensionen im Kleinformat

Die fortschreitende Miniaturisierung in der Produktentwicklung machte auch vor mechanischen Bauteilen nicht Halt. So wurde das Dünnringlagerprogramm um die „Ultra Slim“-Serie mit einem Querschnitt von nur $2,5 \times 3\text{ mm}$ erweitert, der ebenfalls bei steigendem Bohrungsdurchmesser konstant bleibt. Zum Vergleich: Eine gekochte Spaghettinudel hat einen Durchmesser von zirka 2 mm . Mit diesem Durchbruch in der Entwicklung von Dünnringlagern stand Konstrukteuren Lagertechnik selbst für engste Bauräume zur Verfügung. Dadurch konnte die Hand-Arm-Konstruktion eines Weltraumroboters für Erdanwendungen

nutzbar gemacht werden. Im Gegensatz zu der High-Tech-Lösung im All trug der Arm mit der Schwerkraft sein Eigengewicht von 40 kg nicht. Durch konsequente Materialeinsparung wurde das System um 26 kg auf 14 kg reduziert. Das Hauptproblem war die Hohlwelle vom Antrieb; hierfür wurde ein Lager benötigt, das in den Außendurchmesser des Gelenks passte, aber trotzdem im Innern noch die Kabelführung ermöglichte. Die optimale Lösung bot Rodriguez mit einer Sonderausführung von Dünnringlagern der Ultra Slim-Reihe. In einer anderen Anwendung sollte ein Silizium-Wafer am Ende des Roboterarms gedreht werden. Der zur Verfügung stehende Raum war begrenzt und durch bereits existierende Komponenten limitiert. Durch die Kombination aus einem Ultra Slim-Lager und einem speziellen Motor entstand eine Rotationseinheit von lediglich fünf Millimetern Stärke.

Staubtrockene Funktionalität

Gerade in der Halbleiterindustrie stellen Rein- und Reinstraumanwendungen besondere Anforderungen an die eingesetzte Technik. Für die Lagerung in Präzisionsmechaniken von lithografischen Systemen zur Mikrochip-Herstellung hat sich beispielsweise eine im Reinraum montierte Variante aus Edelstahl-Innen- bzw. -Außenringen mit Wälzkörpern aus Keramik und einem Kugelföhring aus Teflon bewährt. Da Keramik im Gegensatz zu anderen Wälzkörperwerkstoffen wie Stahl chemisch stabil und korrosionsbeständig ist, lassen sich unerwünschter Abrieb oder die Bildung von „Fremdkörpern“ durch den Einsatz von Keramikugeln vermeiden. Sie verfügen darüber hinaus über ein höheres Elastizitätsmodul und machen dadurch das Lager steifer, weniger anfällig gegen Vibrationen und somit präziser. Zudem sind Keramikugeln leichter und elektrisch isolie-

rend. Bei aggressiven Umgebungsbedingungen muss auch das Käfigmaterial entsprechend beschaffen sein. So ist eine PTFE-Ausführung aufgrund der Reaktionsträgheit selbst gegen angreifende Säuren resistent. Das Material verfügt über einen sehr geringen Reibungskoeffizienten. Zudem ist die Haftreibung ebenso groß wie die Gleitreibung, sodass der Übergang vom Stillstand zur Bewegung ohne Rucken stattfindet.

Eine runde Sache mit System

Dank jahrzehntelanger Produktentwicklung und Anwendungserfahrung sind Lösungen jenseits des Standards seit jeher eine Stärke von Rodriguez. Durch den Auf- und Ausbau der eigenen Fertigung seit Anfang der 90er-Jahre wurden Dünnringlager zunehmend als integrierte Lösungen in einbaufertigen Einheiten oder Systemen realisiert, so zum Beispiel die Dreheinheit eines Computertomografen mit Lager und Antrieb, das zentrale Element dieses komplexen Geräts (Bild 1). Für eine einwandfreie Darstellung muss sich die Röntgeneinheit kontinuierlich exakt spiralförmig um den Patienten drehen. Perfekt aufeinander abgestimmte und fachgerecht montierte Komponenten sind dabei maßgeblich. Beim Einbau des Dünnringlagers ist die Klemmkraft bzw. die axiale Klemmung äußerst präzise einzustellen – das erfordert spezielle Kenntnisse und Erfahrung im Mechanikbereich. Gerade die Funktionalität mit der Bauteilperipherie, die fachgemäße und den Betriebsbedingungen entsprechende Montage der Lager gestaltet sich in der Praxis oft zeit- und kostenintensiv. Deshalb hat Rodriguez Dünnringlager über die bloße Komponente hinaus zu integrierten Systemlösungen weiterentwickelt und liefert kundenspezifische Komplettlösungen mit eingehender Systembetreuung.