

Leichtbaugesetze für anspruchsvolle Anwendungen

In anspruchsvollen Anwendungen der Luft- und Raumfahrt sowie der Service-Robotik werden zum Teil spielfreie, hochuntersetzende Getriebe eingesetzt. Ein Hersteller hat auf der Basis langjährig bewährter Getriebe eine spezielle Leichtbau-Getriebebaureihe entwickelt, um die Anforderungen aus den genannten Bereichen noch besser erfüllen zu können. Das Resultat ist ein Getriebe-Einbausatz, der trotz einer Reduzierung des Gewichts um circa 40 Prozent die gleiche Genauigkeit, Torsionssteifigkeit und Drehmomentkapazität aufweist wie das schwerer bauende Vergleichsprodukt. Die neue Baureihe deckt mit fünf Baugrößen einen Drehmomentbereich von 18 bis 370 Nm ab.

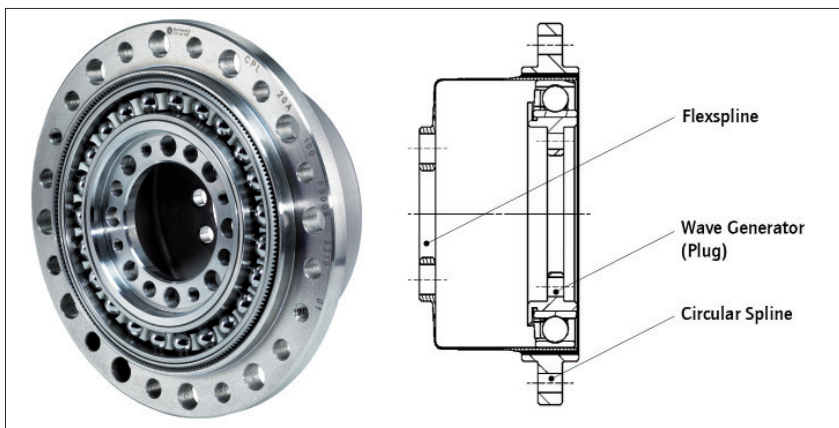


Bild 1

Der Harmonic Drive-Getriebe-Einbausatz CPL

als Drehmoment in den Stick leitet. In diesem Fall muss das Getriebe neben Spielfreiheit, Kompaktheit und geringem Gewicht zusätzlich ein konstantes Rückdrehmoment aufweisen, da etwaige Reibwertschwankungen des Getriebes auf den Stick übertragen werden und somit die an den Piloten gegebenen Kraftinformationen verfälschen können.

Einsatz im Vakuum und bei Extremtemperaturen

Die Forderung nach möglichst geringem Gewicht gewinnt bei industriellen Anwendungen stetig an Bedeutung. Der Grund hierfür liegt meist in der Einsparung von Transport- und Energiekosten. Dies gilt natürlich insbesondere bei Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt, denn hier ist jedes eingesparte Gramm bares Geld wert. Wo immer möglich, werden deshalb in diesen Bereichen für Antriebsaufgaben möglichst kleine und leichte Motoren in Kombination mit hoch unter-

setzenden Getrieben eingesetzt. Bei Positionieraufgaben müssen die verwendeten Getriebe meist zusätzlich spielfrei oder zumindest spielarm sein.

Die Eigenschaften von Harmonic Drive-Getrieben entsprechen den genannten Anforderungen. Sie bauen kompakt und leicht, bieten standardmäßig Übersetzungen von bis zu 160 in einer Getriebestufe, sind spielfrei und weisen eine außerordentlich hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer auf. Deshalb sind diese Getriebe bei unterschiedlichsten Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt erste Wahl. In der Luftfahrt werden sie z. B. beim Trolley-Lift im Airbus A380, als Messgetriebe für die Position der Landeklappen (PPU) in großen Verkehrsflugzeugen oder als Force-feedback-Getriebe im Sidestick von Militärjets eingesetzt.

Spielfreiheit ist oft der entscheidende Punkt

Während beim Trolley-Lift das Leistungsgewicht, die Kom-

paktheit und die Geräuschentwicklung für den Einsatz entscheidend sind, hat bei der PPU die Spielfreiheit des Getriebes entscheidenden Einfluss auf die Anwendbarkeit. Die sehr anspruchsvolle Anwendung im Sidestick wiederum stellt neben der Spielfreiheit und Kompaktheit zusätzliche Anforderungen an das eingesetzte Getriebe. Für die Mensch-Maschine-Schnittstelle ist bei modernen Flugzeugen mit fly-by-wire-Steuerung die Schaffung eines künstlichen Gefühls erforderlich, um dem Piloten eine Rückmeldung über den aktuellen Flugzustand zu geben. Das für diesen Zweck eingesetzte Sidestick ist eine sogenannte Force-feedback-Anwendung, im wesentlichen bestehend aus dem Stick mit integriertem Messsystem zur Messung der auf die Hand des Piloten wirkenden Kraft und einem mit dem Stick verbundenen spielfreien Präzisionsgetriebe, das ein Äquivalent der während des Fluges an den Flügelklappen angreifenden Kräfte

In der Raumfahrt reichen die Anwendungen von Kamera- und Antennenpositionierungen, Roboterarmen und der Verstellung von Solarpanels bis zu Antriebsystemen von ferngesteuerten und halbautonomen Fahrzeugen, die zur Erkundung ferner Planeten eingesetzt werden. Hier steht neben dem Leistungsgewicht, der Kompaktheit und Genauigkeit, vor allem die Schmierung im Vakuum und bei extremen Temperaturen im Fokus.

Aufbauend auf den langjährigen Erfahrungen mit den sehr anspruchsvollen Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt, hat die Harmonic Drive AG die Getriebe-Einbausätze der Baureihe CPL (Compact-Power-Light-weight) entwickelt (Bild 1).

Gewichtsreduktion bleibt vorrangiges Ziel

Diese Einbausätze basieren auf den bewährten Einbausätzen der Baureihe HFUC, die in folgenden Punkten im Sinne einer

Autor

Dipl.-Ing. Winfried Hahn
 Entwicklung Mechanik,
 Harmonic Drive AG

Kontakt:
 Harmonic Drive AG
 Hoenbergstraße 14
 65555 Limburg/Lahn
 Tel.: 0 64 31/50 08-0
 Fax: 0 64 31/50 08-119
 E-Mail: info@harmonicdrive.de
 www.harmonicdrive.de



Bild 2

DESIRE-Technologieplattform

(Bild: Deutsche Servicerobotik Initiative)



Bild 3

Leichtbauarm LWA4 der Firma Schunk

(Bild: Schunk)

maximalen Gewichtsreduktion bei unveränderten Genauigkeits- und Leistungsdaten optimiert wurden:

- Flexspline: Änderung des Bohr- bildes, so dass ein maximaler Hohl- durchmesser entsteht. Die Durchmesser der Schrauben- bohrungen sind reduziert und die Übertragung des Drehmo- ments erfolgt mittels EKagrip- Scheiben. EKagrip-Scheiben (Lieferumfang) sind vernickelte Stahlscheiben, die beidseitig mit Diamantstaub besetzt sind. Durch den Verzahnungseffekt des Diamantstaubs wird der Reibbeiwert zwischen den verschraubten Flächen auf circa 0,4 erhöht, so dass das spezifi- zierte Maximaldrehmoment auch bei der durch den Einsatz der kleineren Schrauben verrin- gerten Vorspannkraft sicher übertragen werden kann.
- Wave Generator: Erhöhung des Hohl- durchmessers und Redu- zierung des Massenträgheits- moments durch geänderte Geometrie des Plugs.
- Circular Spline: Änderung des rechteckigen Querschnitts auf einen T-förmigen Querschnitt. Durch die beschriebenen Ände- rungen konnte das Gewicht der CPL-Einbausätze im Vergleich zu den HFUC-Einbausätzen um bis zu 40 % reduziert und das Dreh- moment/Gewicht auf bis zu 690 Nm/kg erhöht werden. Gleichzeitig kann die große zen- trische Bohrung des Getriebes hervorragend für Hohlwellen- anwendungen, z. B. zum Durch- führen von Kabeln oder Wellen, eingesetzt werden.

Für Leichtbau- und Service-Robotik

Die beschriebenen Eigen- schaften machen die CPL-Ein- bausätze u. a. auch für Anwen- dungen in der Robotik, speziell bei Leichtbau- und Service- Robotern, interessant. Service- Roboter zeichnen sich durch fol- gende Eigenschaften aus: Ein- satz in direkter Umgebung des Menschen, fortgeschrittene Sen- sorialität und Software zur Ver- meidung von Unfällen und Kollisionen, Verarbeitung von Sprachbefehlen, Programmie- rung durch manuelles „Teach- in“ sowie einen teilautonomen Betrieb.

Die Entwicklung dieser neu- esten Roboter-Generation ging ursprünglich von Hochschul- instituten und Forschungszen- tren wie z. B. dem Forschungs- zentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raum- fahrt (DLR) aus. In den letzten Jahren haben einige Hersteller von Industrie-Robotern diesen Trend aufgegriffen und, z. T. zusammen mit Partnern aus der Forschung, die Entwicklung der Service-Roboter weiter voran- getrieben. Ein Beispiel ist das Verbundvorhaben DESIRE (Deutsche Servicerobotik Initiative), das im Rahmen der „Leit- innovation Servicerobotik“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde (Bild 2). Mit den hier entwickelten Service-Robotern wurden von den beteiligten Fir- men erste Anwendungen er- schlossen.

Viele Achsen – große Gewichtersparnis

Die Arme der Service- Roboter weisen bis zu 7 Achsen auf, die aus Sicherheitsgründen, im allgemeinen mit Kraft- bzw. Drehmomentsensoren aus- gestattet sind. Manche Hersteller setzen in allen sieben Achsen der Roboterarme ihrer Service- Roboter leicht bauende Harmonic Drive-Getriebe ein. Der Einsatz dieser Getriebe ermöglicht eine besonders filigrane und leichte Bauweise sowie die Einbindung aller Kabel, Motoren und Sen- soren im Roboterarm. Dadurch werden Störkonturen, die komplexe Anwendungen erschweren oder gar unmöglich machen könnten, vollständig eliminiert. Diese Eigenschaft ist bei Service- Robotern naturgemäß unver- zichtbar.

Die Roboterarme sind im all- gemeinen mit sensorbestückten „Händen“ ausgestattet. Auch hier kommen meist Harmonic Drive- Getriebe zum Einsatz. So werden im 3-Finger-Greifer des Herstel- lers Schunk GmbH sechs Harmonic Drive-Getriebe eingesetzt (Bild 3). Somit kann ein Service- Roboter mit zwei Armen mit bis zu 26 Harmonic Drive-Getrieben ausgerüstet sein.

Mit der Anzahl der eingesetz- ten Getriebe erhöht sich der Gewichtsvorteil des Gesamt- produkts durch den Einsatz gewichtsoptimierter Getriebe. Beispiel: Bei einem durchschnitt- lichen Gewicht von 0,4 kg pro eingesetztem Getriebe-Ein- bausatz, 26 Stück Getrieben und

einer Reduzierung des Gewichts um durchschnittlich 35 Prozent ergibt sich eine Reduktion des Robotergewichts um 3,6 kg oder dem Äquivalent von neun Getrie- ben. Zusätzlich können wegen der reduzierten Massen und Mas- senträgheitsmomente kleinere und leichtere Motoren eingesetzt werden, wodurch die Reduk- tion des Robotergewichts noch größer wird. Das genannte Bei- spiel zeigt anschaulich den Effekt, den die Optimierung einer ein- zigen Eigenschaft einer Kom- ponente auf ein Gesamtsystem haben kann.



Der Katana-Roboter von Neuronics AG ist mit 6 Harmonic Drive Präzisionsgetrieben ausgerüstet. Weitere Informationen unter www.neuronics.ch