

Auf hohem Niveau

Präzisions-Planetengetriebe ohne Spielzunahme beweisen lange Lebensdauer

Matthias Mendel

Speziell im Werkzeugmaschinenbau und in der Robotik sind hochpräzise Getriebe gefordert. Planetengetriebe mit kleinen Untersetzungsverhältnissen bieten hier zahlreiche Vorteile. Zudem ermöglicht der vereinfachte konstruktive Aufbau wesentlich weniger Bauraum und Bauteile.

Um dynamische, rotatorische und lineare Achsen, welche für höhere Geschwindigkeiten ausgelegt werden müssen, gerecht zu werden, hat der Getriebespezialist Harmonic Drive hochpräzise Planetengetriebe mit kleineren Untersetzungsverhältnissen im Bereich zwischen 5:1 und 33:1 entwickelt. Hauptvorteil dieser neuen Planetengetriebebaureihe ist die gleichbleibende Präzision über die gesamte Lebensdauer.

Konventionelle Präzisionsplanetengetriebe arbeiten mit verschiedenen Prinzipien der Minimierung des vorhandenen Zahnflankenspiels. Praktische Beispiele für die Minimierung des Zahnflankenspiels bei Planetengetrieben sind zum Beispiel konische Verzahnungen, die axial angestellt werden sowie geteilte Hohlräder, welche ebenfalls gegeneinander angestellt werden.

In den meisten Bereichen hat sich inzwischen die Spielminimierung durch Selektion der Zahnräder und Lager unter der Voraussetzung einer hochgenauen Fertigung sämtlicher Bauteile durchgesetzt. Diese Variante zeigt zwar im Neuzustand des Getriebes eine nahezu lineare Hysterese und ein fast vernachlässigbares Spiel, welches unter einer Winkelminute liegt, neigt aber generell bei anspruchsvollen Anwendungen, bei welchen die Leistungsdaten der Getriebe ausgenutzt werden, nach einer gewissen Zeit zur Spielzunahme.

Bei Anwendungen mit Forderungen an höchste Genauigkeit wirken sich solche Spielzunahmen auf die Genauigkeit des Antriebssystems und im Endeffekt auf die Lebensdauer des Getriebes aus.

Mit Präzision

Harmonic Drive hat sich die Aufgabe gestellt, dieses Problem zu lösen und eine Baureihe von Planetengetrieben anzubieten, welche keine spürbare Spielzunahme über die

Bild 1: Doppelaufnahme mit Präzisionsgetriebe

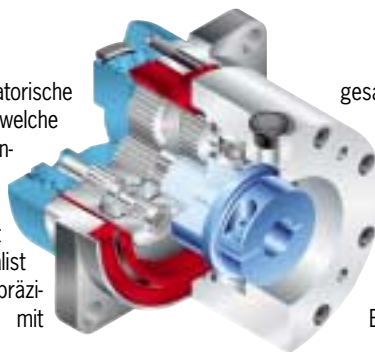
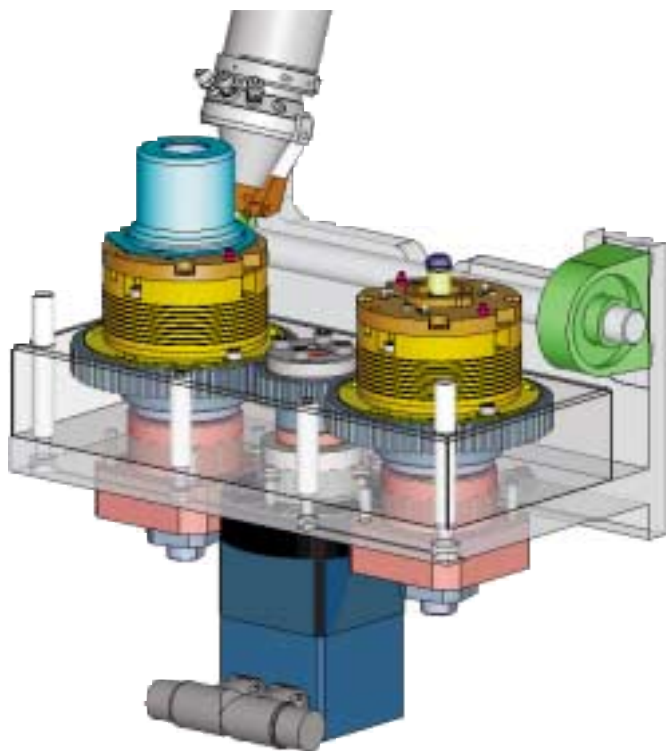


Bild 2: Konstruktiver Aufbau eines Planetengetriebes

gesamte Lebensdauer des Getriebes hat. Mit dem Know-how in der Auslegung und Fertigung von flexiblen Zahnrädern wurde die Herstellung von Präzisionsplanetengetrieben weiterentwickelt.

Bei dem neuen Prinzip trägt die definierte Verformung des Hohlrades im Planetengetriebe zur Minimierung des Zahnflankenspiels bei (Bild 3).

Das flexible Hohlrad toleriert die Fertigungstoleranzen sämtlicher Bauteile. Das Zahnflankenspiel wird so durch eine geringe radiale Vorspannung zwischen Planetenrädern und Hohlrad auf ein Minimum reduziert. In der Hystereseurve des Planetengetriebes sind auch nach mehreren tausend Betriebsstunden keine Anzeichen von Getriebespiel erkennbar. Durch diese Eigenschaft unterscheiden sich die HPG-Getriebe eindeutig von vergleichbaren Präzisionsplanetengetrieben anderer Hersteller.

Bei der neuen Planetengetriebeergeneration ist nach einem leichten Einlaufverhalten keine weitere Spielzunahme über die gesamte Lebensdauer sichtbar. Ein weiterer Effekt des flexiblen Hohlrades ist die bessere Lastverteilung zwischen Hohlrad und Planetenrädern. Hierdurch wiederum wird eine hohe Laufruhe des Getriebes erreicht.

Kompakt und leicht

Durch den Einsatz des verformbaren Hohlrades vereinfacht sich der konstruktive Aufbau der Planetengetriebe HPG (Bild 2). Als Abtriebslagerung wird ein spielfreies, kippsteifes und kompaktes Kreuzrollenflanschlagereingesetzt. Durch dieses Lager lassen sich problemlos hohe extreme Belastungen aufnehmen, ohne dass diese negativen Einfluss auf das Getriebelaufverhalten ausüben. Sehr einfach lässt sich mittels Adapterflansch eine Abtriebswelle auf das Abtriebsflanschlagere montieren. Abtriebsflansch und Abtriebswellenversion sind als Option erhältlich. Durch die ausgleichende Funktion des flexiblen Hohlrades ist es ebenfalls möglich mit fliegend gelagerten Planetenrädern zu arbeiten. Diese Konzepti-



on ist kostengünstiger und benötigt wesentlich weniger Bauraum und Bauteile.

Hoher Wirkungsgrad

Durch den bereits beschriebenen konstruktiven Aufbau der Planetengetriebe und speziell die ausgleichende Wirkung des flexiblen Hohlrades werden extrem hohe Wirkungsgrade und sehr niedrige Leerlaufmomente erreicht. Im Vergleich zu konventionellen Präzisionsplanetengetrieben sind diese Unterschiede sehr markant und für den Anwender bieten sich Vorteile wie zum Beispiel der Einsatz von kostengünstigeren Motoren.

In den Anwendungsgebieten für Präzisionsplanetengetriebe spielt die Wiederholgenauigkeit der Getriebe ebenfalls eine wichtige Rolle. Bei solchen Anwendungen ist es von Wichtigkeit, dass sich diese Genauigkeit über die gesamte Lebensdauer nicht verschlechtert. Ansonsten muss man mit Einbußen der Gesamtgenauigkeit über die Lebensdauer rechnen, was in der Regel nicht vertretbar ist.

Die Planetengetriebe des Anbieters sind generell für einen einfachen und schnell durchführbaren Motoranbau von Motoren beliebiger Bauart durch den Anwender konzipiert. Mit einer einfachen Klemmverbindung zwischen Sonnenrad und Motorwelle erfolgt die Motoradaption. Die Zentrierung zwischen Motor und Getriebe erfolgt generell über die Motorwelle. Es gibt keine Doppelzentrierung. Dies wirkt sich in einem positiven Laufverhalten und nichtverspannter Lagerung (Motor bzw. Getriebe) aus.

Kompletter Servoantrieb

Des Weiteren können die HPG Planetengetriebe mit direkt adaptierten AC-Servomotoren als Baureihe FPA kombiniert werden. Die ersten Prototypen dieser extrem kompakten Baureihe von Servoantrieben laufen bereits erfolgreich in verschiedenen Anwendungen.

Bei den FPA-Servoantrieben wurde die Adaption zwischen Motor und Getriebe durch Integration gemeinsamer Bauteile extrem vereinfacht, was sich in einer kompakten und leichten Bauweise widerspiegelt. Die FPA-Servoantriebe werden wahlweise mit Wicklungen für 320 V DC oder 560 V DC Zwischenkreisspannung angeboten.

Das Motorfeedbacksystem ist ebenfalls im Sinne eines Baukastens frei wählbar. Sowohl Resolver als auch Singleturn- oder Multiturnencoder sind möglich. Die kompakten AC-Servoantriebe sind zu den marktüblichen Servoverstärkern wie zum Beispiel Simodrive/Simovert kompatibel.

Parallel zu der Möglichkeit der Anbindung dieser Servoantriebe an marktübliche Servo-

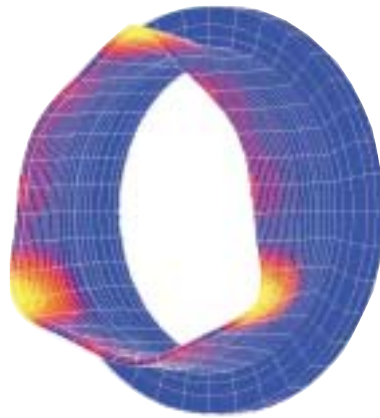


Bild 3: Planetengetriebe in einer FEM 3D-Analyse

verstärker bietet der Hersteller auch spezielle auf diese Antriebe abgestimmte digitale Servoregler, welche als Strom-, Drehzahl- oder Positionierregler eingesetzt werden können.

Ein Anwendungsbeispiel

Die Fa. Itec in Berlin stellt Laseranlagen zum Schweißen und Schneiden von Flächen- und Rundmaterial her. Die Maschinen haben im Grundaufbau drei präzise Linearachsen, welche in einem Granitgrundgestell verankert sind. Dies erlaubt eine schwingungsfreie, sehr präzise Bearbeitung. Für Konturbearbeitung und Bearbeitung von Rundmaterialien werden Zusatzachsen eingesetzt. Um den gleichen Qualitätsstandard wie in den Grundachsen zu erreichen, kommen hier Präzisionsantriebe von Harmonic Drive zum Einsatz (Bild 1). Zur Verarbeitung von Stangenmaterial werden die Hohlwellenantriebe der Baureihe FHA eingesetzt.

Für höhere Drehzahlen werden die kompakten FPA-Servoantriebe mit HPG-Planetengetriebe vorgesehen. In diesem Anwendungsfall treibt das HPG-Planetengetriebe zwei Futter über ein Zentralritzel an. Zwei Werkstücke können so simultan bearbeitet werden.

Entscheidend für den Einsatz sind neben der Präzision die enorme Kompaktheit der Antriebe und die Kompatibilität zur Siemenssteuerung 840D. So können die Zusatzachsen mit geringem konstruktiven und elektrotechnischem Aufwand einfach integriert werden.

Weitere Informationen erhalten Sie über die folgende Kennziffer.

HARMONIC DRIVE 375

Dr. Matthias Mendel, Leiter Konstruktion & Entwicklung, Harmonic Drive AG, Limburg/Lahn

Bildnachweis: Bild 1: Itec, Bild 2 und 3: Harmonic Drive