

Präzise Wellen für robuste Maschinen

Hartfeindreihen von Getriebewellen



A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH

Schwalmsstraße 301
41238 Mönchengladbach

Telefon: 0 21 61 - 94 61-0
Telefax: 0 21 61 - 94 61-490
E-Mail: sales@monforts-wzm.de

www.monforts-wzm.de

Hartfeindrehen von Getriebewellen

Präzise Wellen für robuste Maschinen

Getriebe für Baumaschinen müssen viel aushalten und besonders zuverlässig sein. Getriebehersteller ZF kennt sich damit aus – und setzt beim Hartdrehen der Wellen auf die Maschinen mit hydrostatischer Rundführung von Monforts.



1 Baumaschinen mit dem Ergopower-Getriebe von ZF zeichnen sich durch Zuverlässigkeit unter harten Bedingungen aus

VON DOMINIC DEUTGES

→ Baumaschinen und Dieselstapler stellen hohe Anforderungen an den Antriebsstrang, insbesondere an das Getriebe. Schaltungen müssen beispielsweise auch unter Volllast erfolgen – ohne Zugkraftunterbrechung und Ruckeln. Neben hohen Kräften gehören auch Schmutz und Stöße zum Tagesgeschäft. Der Betreiber fordert eine lange Betriebsdauer, eine hohe Zuverlässigkeit und eine hohe Auslastung, denn nur dann rechnen sich die Investitionskosten. Im Arbeitsleben einer

solchen Maschine werden mindestens 10 000 Stunden Betriebsdauer erwartet. Die verwendeten Getriebe müssen diesen Bedingungen gewachsen sein und der Dauerbelastung ein Maschinenleben lang standhalten.

Die ZF Friedrichshafen AG am Standort Passau ist einer der führenden Hersteller von solchen robusten Getrieben. In Passau wird zum Beispiel die Baureihe Ergopower (Bild 1) produziert. In Passau ist Qualität Ehrensache, denn die Wertschöpfung liegt fast vollständig in Deutschland. Dipl.-Ing. Joachim Krenner ist der Bereichsleiter »Produktion Wellen« am Stand-

ort: »Wir nehmen das »Made in Germany« sehr ernst – nur beste Qualität darf an unsere Kunden ausgeliefert werden. Die Mitarbeiter planen und produzieren besonders sorgfältig, denn Qualität muss stets gefertigt, und nicht erprüft werden.«

Neuerungen immer auf dem Prüfstand

Bei der Planung der Fertigungsprozesse ist man daher auch sehr vorsichtig und erprobt Änderungen an der Konstruktion und in der Bearbeitung in umfangreichen Versuchen auf Prüfständen. Erst wenn von der Versuchsabteilung grünes Licht



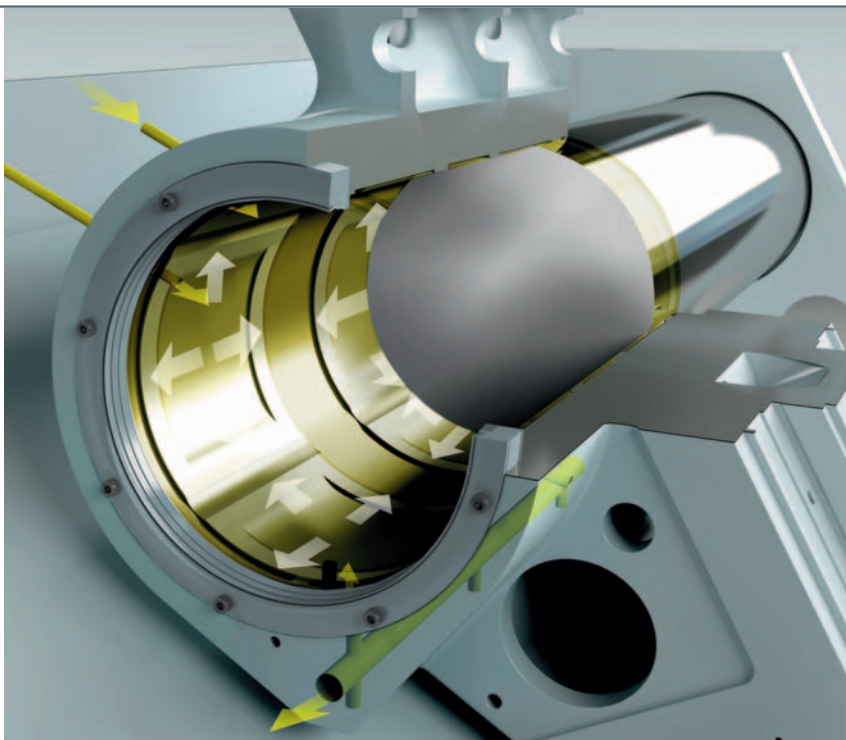
2 Fertigung von Getriebewellen mit der Monforts RNC 400: Das Hartfeindreihen ist bei den Lagersitzen anspruchsvoll, denn der Wälzkörper läuft direkt auf der Welle

kommt, werden Änderungen in die Serienproduktion übernommen.

So wurde auch die Substitution der Schleifprozesse an den Getriebewellen durch das Hartdrehen in umfangreichen Untersuchungen abgesichert. Hier hatte man in jüngster Vergangenheit insbesondere die Lagersitze im Fokus – denn für die optimierte Produktion der Getriebe verzichtet man auf die Innenringe der La-



5 Christian Schröder und Gerhard Rott haben die Fertigung mit der Monforts RNC 400 geplant. Entscheidend ist vor allem die Genauigkeit auf lange Sicht



3 Die hydrostatische Lagerung der Z-Achse sorgt für Verschleißfreiheit, Dämpfung und eine gleichmäßige Schlittenbewegung, sie verhindert den Stick-slip-Effekt

ger und lässt die Wälzkörper direkt auf der Welle laufen. Vor zwei Jahren kam dann auch für diese Anwendung die Freigabe aus der Versuchsabteilung für den wirtschaftlicheren Hartdrehprozess, der das Schleifen ablöste.

Knackige Toleranzen bei Lagersitzen

Die Getriebewellen werden aus dem Stahl 20MnCr5 gefertigt, der auf 59 HRC ein-satzgehärtet wird. Erschwerend kommt hinzu, dass in einigen Bereichen der Welle der Schnitt durch Querbohrungen unterbrochen wird (Bild 2). Die Forderungen an die hartfeingedrehten Oberflächen sind gerade im Bereich der Lagersitze knackig: Eng toleriert sind insbesondere die Rauheit mit $R_z = 2 \mu\text{m}$ und die Rundheit mit $4 \mu\text{m}$. Hinzu kommen viele präzise Maße und enge Form- und Lagetoleranzen. Die Fertigungsprozesse sollen natürlich beherrscht und stabil sein, also muss das Prozessergebnis auch statistisch abgesichert sein. Bei ZF in Passau fordert man daher auch bei diesen engen Toleranzen eine Prozessfähigkeit von $C_{pK} = 1,67$. Das schränkt den nutzbaren Bereich der Toleranz massiv ein. Die Investition in die erforderlichen Premium-Drehmaschinen muss also gut geplant sein. Denn was hilft eine Maschine, die ihre Präzisionsverspre-

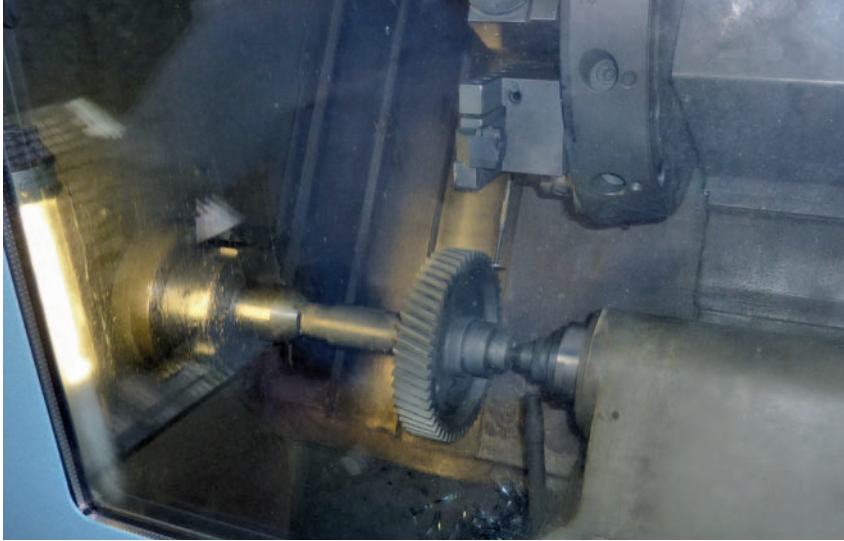
chen schon nach kurzer Zeit nicht mehr halten kann? Dies weiß auch Gerhard Rott, Fertigungsplaner bei ZF in Passau und zuständig für die Drehbearbeitung der Wellen. Immerhin müssen in seinem Bereich 450 verschiedene Wellentypen in wechselnden Losen prozesssicher mit einem Maschinenpark produziert werden.

Hartdrehen nur mit Monforts

Im Hartdrehen hat man bei ZF schon lange Erfahrung – seit 1995 wird der Prozess in der Serienproduktion eingesetzt. Von Anfang an mit dabei ist der Maschinenlieferant Monforts aus Mönchengladbach. Heute stehen in der Wellenproduktion im Leistungszentrum Stahl neun Maschinen des Typs RNC 400. Die hydrostatische Rundführung, die den Monforts-Drehmaschinen eigen ist, ist besonders beim Hartfeindreihen von Vorteil. Drei weitere Eigenschaften der Maschine sind ausschlaggebend: Die hohe Steifigkeit für die sichere Bearbeitung harter Werkstoffe, eine gute Dämpfung gegen Schwingungen und die Genauigkeit auf Dauer für gleichbleibende Produktqualität.

Hydrostatik als Qualitätsgarant

Der Schlitten mit dem Werkzeugträger läuft auf einer massiven Säule mit einem dünnen Druckölfilm, der den metalli-



4 Messen der Rohteillage in der Maschine: So lassen sich genaue Z-Maße prüfen und die Kompensation des Härteverzugs beherrschen

schen Kontakt und über die geringe Reibung auch den Stick-slip-Effekt vermeidet (Bild 3). Mit dem Führungssystem lassen sich auch sehr kleine Verfahrswege im μm -Bereich realisieren. Der Schlitten bewegt sich dazu sehr gleichmäßig – ein starkes Plus für Drehbild und Oberfläche. Das Prozessergebnis kann sich sehen lassen. Auch bei den sehr engen Toleranzen wird bei allen Merkmalen die geforderte Prozessfähigkeit von $C_{pk} = 1,67$ klar gehalten und teilweise deutlich übertroffen.

Gerhard Rott ist es hierbei besonders wichtig, dass die Maschinengenauigkeit auch auf Jahre hinaus Bestand hat: »Wir sind uns hier auf Basis der jahrzehntelangen Erfahrung mit den Monforts-Maschinen RNC 400 sicher – das ist eine wesentliche Absicherung unserer Investition!«

Messen in und außerhalb der Maschine

Natürlich möchte man bei ZF sichergehen und misst die Produktqualität permanent im Prozess. Das passiert einerseits durch die Rohteillage-Messungen in der Maschine – für genaue Maße in der Z-Achse. So lässt sich zum Beispiel auch der Verzug aus dem vorangegangenen Härteprozess beherrschen (Bild 4). Darüber hinaus steht in der Fertigung an jeder Maschine eine Vielstellen-Messeinrichtung, die automatisch vom Portallader bestückt wird und so jedes Bauteil auf die Einhaltung der Toleranzen prüft. Auch die statistische Beur-

teilung der Prozesse wird auf diesem Weg vorgenommen. Die variablen, NC-gesteuerten Messstationen passen sich flexibel an die verschiedenen Wellen an und messen dynamisch. Das Nachstellen des Werkzeugverschleißes an der Maschine wird dabei allerdings dem Maschinenbediener überlassen und nicht automatisiert (Bild 5).

Dafür hat der Bediener vollen Zugriff auf alle Messdaten – direkt an der Maschine. »Das ist in voller Absicht so«, erklärt Rott. »Die Maschinen laufen so stabil, dass wir mit einer automatischen Korrektur keine Vergrößerung der Streuung riskieren möchten. Die ruhige Hand unserer erfahrenen Bediener ist aus aktueller Sicht qualitativ noch überlegen.«

Zuletzt hat ZF für die Wellenfertigung der Ergopower-Getriebe einige Monforts-Maschinen des Typs RNC 400 angeschafft. Anwendungstechniker Malte Rutsch von Monforts projektierte die

Maschinen: »Bei solchen Genauigkeitsforderungen muss man die Leistungsfähigkeit der Maschinen sehr gut kennen, damit man sich mit seinen Zusagen nicht zu weit aus dem Fenster lehnt. Wir haben mittlerweile über 30 Jahre Erfahrung im Hartdrehen und speziell in der Feinbearbeitung. Da haben wir festen Boden unter den Füßen.« Für die Fertigung bei ZF in Passau schnürte Malte Rutsch zusammen mit der Fertigungsplanung von ZF ein Funktionspaket, das die geforderte Genauigkeit gut beherrscht:

- Werkstückaufspannung mit Stirnmitnehmer und Genauigkeitsspitze im Reitstock
- Direkte Messsysteme in allen Achsen mit maximaler Genauigkeit
- Luftkühlung in den Werkzeugen
- Werkstückmessung in der Maschine zur Lageeinmessung
- Postprozess-Werkstückmessstation, vom Kunden beigestellt, mit manueller Maßkompensation der Maschine durch den Bediener.

Die dauerhafte Wirkung dieser Maßnahmen wird abgesichert durch die verschleißfreie, hydrostatische Säulenführung.

Kompetenz im Service

Wer Produktionsmaschinen betreibt, der weiß: Eine gute Maschine ist nicht alles – es kommt insbesondere auch auf den Service an. Besonders wichtig ist die Qualifikation der Außendienstmitarbeiter. Gerhard Rott zeigt sich sehr zufrieden, denn der Monforts-Techniker Bernd Lüddecke nahm nicht nur die Inbetriebnahme der Maschine vor und half bei der Anbindung des von ZF beigestellten Portalladers. Er passte auch die Bedienoberfläche der Maschine und die Werkzeugverwaltung an die Kundenforderungen an. Christian Schröder verantwortet die NC-Programmierung in der Wellenfertigung: »Es ist kaum möglich, alle Einzelheiten zum Abschluss des Kaufvertrags der Maschine zu klären. Daher ist es eindeutig von Vorteil, wenn kompetente Service-Mitarbeiter hier schnell helfen können.« ■

→ WB110855

i ANWENDER

ZF Friedrichshafen AG
94030 Passau
Tel. +49 851 494-0
www.zf.com

i HERSTELLER

A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH
41006 Mönchengladbach
Tel. +49 2161 9461-0
www.monforts-werkzeugmaschinen.de

Dr. Dominic Deutes ist Technologieberater bei der A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH in Mönchengladbach
deutes@monforts-wzm.de