

Sonderplanetengetriebe beim Magnetfinishing-Verfahren garantiert feinste Oberflächen

Glatt wie ein Kinderpopo



Moderne Werkzeugsysteme ermöglichen in Verbindung mit hochgenauen Bearbeitungsmaschinen immer höhere Zerspanungsleistungen bei gesteigerter Laufzeit. Vor diesem Hintergrund wurde eine neue Technologie der Feinstbearbeitung entwickelt: Das sogenannte Magnetfinishing-Verfahren stellt auch neue Anforderungen an die Getriebetechnik. In der vorliegenden Applikation wurde ein Sondergetriebe entwickelt, das nahezu unmagnetisch ist.

Die Anforderungen an die Werkzeuge hinsichtlich Genauigkeit und Standzeit steigen stetig. Anwender fordern von den Herstellern von Präzisionswerkzeugen höchste Präzision. Zentrale Kriterien bei der Fertigung sind die Erzeugung von ausgezeichneten Oberflächenqualitäten in Verbindung mit hoher Konturtreue der Schneidkanten mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit und das Verschleißverhalten der Werkzeugschneidkanten zu steigern. Grundlagenuntersuchungen an Universitäten haben einen Zusammenhang zwischen Verschleißverhalten und Oberflächengüte beziehungsweise Schneidkantenverrundung von Werkzeugen auf-

gezeigt. Hier setzt eine neue Technologie der Feinstbearbeitung an: das sogenannte Magnetfinishing-Verfahren. Behandelte Werkzeuge haben bis zu 50 % höhere Standzeiten als vergleichbare, unbehandelte Werkzeuge.

Das Magnetfinish-Verfahren ist eine neuartige Form der mechanischen Bearbeitung der Oberfläche eines Werkstückes. Neben dem Verrunden von Schneidkanten eignet es sich zum Polieren der Spanntur vor und nach dem Beschichten. Die Alfred H. Schütte GmbH hat ein Modul entwickelt, welches Magnetfinishing in den Nachschärf- und Herstellungsprozess der Werkzeugmaschine integriert. Der standardmäßig vorhandene Schleifscheibenwechsler nimmt neben den Schleifscheibenpaketen auch einen Magnetfinishingkopf auf. Im konkreten Fall wurde von Harmonic Drive in enger Zusammenarbeit mit den

Automatisch einwechselbarer Magnetfinishing-Kopf mittels Schleifscheibenwechsler

Entwicklern von Schütte eine prozessorientierte Neuentwicklung auf Basis eines Planetengetriebes realisiert.

Sonderplanetengetriebe

Die Anforderungen des Magnetfinishing-Verfahrens an die Getriebetechnik konnten nach genauer Analyse nur durch eine kundenspezifische Neuentwicklung erfüllt werden. Kernpunkt der Prozessanalyse war das Verhalten des Magnetfelds bei der Beeinflussung durch externe Störquellen. Eine Verformung oder Störung der aus den inneren Flachseiten austretenden Magnetfeldlinien kann zu einer ungleichmäßigen Bewegung und Verteilung des Pulvers führen. Um keine Störung der aus der inneren Flachseite austretenden Magnetfeldlinien zu erzeugen, muss das Getriebe nahezu unmagnetisch sein. Der verfügbare Bauraum war durch das bereits fertig entwickelte Magnetsystem vorgegeben und für die Anbindung in die Maschine sollten vorhandene Spanndorne verwendet werden. Da das Getriebe unter Kühllöl eingesetzt werden kann und die Partikel sehr abrasiv wirken, muss ein Eindringen von Flüssigkeiten und

Schmutz verhindert werden. Die Forderung der nahezu unmagnetischen Ausführung des kompletten Getriebes wurde dadurch realisiert, indem alle Gehäuse- und die Verzahnungskomponenten wie Sonnenrad und Planetenräder aus hochfestem Messing gefertigt wurden. Die Lagerung des Planetenträgers und der beiden Gehäusehälften besteht aus verschleißbeständigen Kunststoffgleitlagern. Der Planetenträger konnte wegen der geforderten Hohlwelle von 20 mm und der auftretenden Montagekräfte nicht aus Messing gefertigt werden. Hier kam eine nahezu nicht magnetisierbare Stahllegierung zum Einsatz. Aus Festigkeits- und Lebensdauergründen wurde die Lagerung der Planeten mit herkömmlichen Nadellagern ausgeführt. Die Lagerung wird durch das Gehäuse weitgehend abgeschirmt, so dass eine Beeinflussung des Magnetfeldes im Vorfeld ausgeschlossen werden konnte. Dies wurde bei späteren Lebensdaueruntersuchungen mit dem Magnetsystem bestätigt.

Auf Hohlrund wurde verzichtet

Aufgrund der sehr restriktiven Bauraumvorgabe konnte keine normale Konfiguration eines Planetengetriebes eingesetzt werden. Die geforderte Untersetzung von 10:1 kann normalerweise noch einstufig ausgeführt

Magnetfinishing-Verfahren

Das Magnetfinishing-Verfahren arbeitet im wesentlichen mit zwei Komponenten: einem Magnetfelderzeuger und einem magnetabrasivem Pulver. Der Magnetfelderzeuger ist rotationssymmetrisch aus einem Array von Permanentmagneten aufgebaut. Diese sind an drei Seiten mit einem unmagnetischen Material umgeben, so dass die Feldlinien nur aus der inneren Flachseite austreten können. Das Korn des Pulvers besteht aus einem Gitter mit abrasiven und magnetischen Bestandteilen. Im Magnetfinishingprozess wird das Pulver zwischen zwei rotierenden Magnetfelderzeugern bewegt. Der stärker dimensionierte Arbeitskopf leistet die Polierarbeit, der zweite schwächere Magnetkopf verteilt das Pulver und rotiert nur mit 10 % der Drehzahl des Arbeitskopfs. Das Werkzeug wird in den vollständig mit Pulver gefüllten Spalt eingeführt und für die gleichmäßige Bearbeitung aller Seiten langsam gedreht.

EXCLUSIV IN KEM

Der Autor Wilhelm Born-Fuchs ist Leiter Projektmanagement, Harmonic Drive AG, Limburg/Lahn

werden. Nach Bewertung von verschiedenen Getriebekonzepten wurde letztendlich eine zweistufige Konfiguration mit zwei großen Sonnenrädern und drei Doppelplanetenrädern realisiert. Auf ein Hohlrad wird in dieser Ausführung verzichtet. Durch eine Optimierung der Verzahnung konnte die Laufruhe und der Wirkungsgrad noch deutlich verbessert werden.

Antriebselement ist der als Hohlwelle ausgeführte Planetenträger. Das Getriebe wird bei der Montage auf die Schleifscheibenaufnahme aufgeschoben und mit Hilfe einer Zentralmutter gesichert. Das koaxial geteilte Gehäuse wird einerseits mit der Drehmomentenstütze verbunden und trägt andererseits die schwächere Magnetscheibe. Alle entstehenden Radial- und Axialkräfte sowie das Kippmoment werden von der Getriebebelagerung aufgenommen. Da aufgrund der Materialsituation kein handelsübliches Wälzlager zum Einsatz kommen kann, sind alle Lagerstellen mit verschleißbeständigen Kunststoffgleitlagern ausgeführt. Der eingesetzte Hochleistungskunststoff kann trocken, ohne zusätzliche Schmierung betrieben werden und garantiert einen störungsfreien Lauf über die gesamte Lebensdauer.

Lediglich für die Verzahnungseingriffe zwischen Planetenrad und Sonnenrad sowie die Nadelagerung der Planetenräder ist eine Schmierung erforderlich. Da es sich hier um einen abgeschlossenen Bereich handelt, konnte die Schmierung sehr einfach durch eine entsprechende Menge von Fett realisiert werden. Die eingebrauchte Fettmenge ist für die gesamte Lebensdauer ausreichend und damit wartungsfrei. Die Abdichtung gegenüber den Umwelteinflüssen wie das abrasive Magnetpulver wurde in Zusammenarbeit mit den Entwicklungsingenieuren von Schütte mehrstufig als Kombination von berührenden und berührungslosen Dichtungen ausgeführt.

Bedingt durch das vom Standard abweichende Funktionsprinzip und dem neuartig geschachtelten Aufbau konnte die Prozess-tauglichkeit im Vorfeld nur durch Berechnungen und Simulationen

nachgewiesen werden. Bestandteil der Serienqualifikation war deshalb eine umfassende Lebensdauer- und Performanceprüfung. Zu diesem Zweck ist ein vorhandener Prüfstand modifiziert worden, um das Getriebe identisch mit der realen Einbaubedingung montieren zu können. Die Qualifikation des Getriebes ist parallel zu den ersten Prozessversuchen im Hause Schütte auf dem Prüfstand von Harmonic Drive durchgeführt worden. Die Verkürzung der Testzeit konnte durch eine skalierte Belastung erreicht werden. Mit Einführung der Nullserie startete parallel ein Lebensdauertest unter Realbedingungen, der erfolgreich abgeschlossen wurde. Die zweigleisige Qualifikation in der Originalapplikation und auf dem Prüfstand hat sich in diesem und bei vielen weiteren Projekten bewährt und wird bei Harmonic Drive standardmäßig eingesetzt.



Unmagnetisches Planetengetriebe: Einsatz in einem neuartigen Finishingprozess für Werkzeuge

Prozessorientierte Entwicklung

Das Sonderplanetengetriebe HDPG-10-SP in unmagnetischer Ausführung ist eine maßgeschneiderte Neuentwicklung für ein neuartiges Fertigungsverfahren. Mit dem Magnetfinish-Verfahren bearbeitete Werkzeuge haben keinen Einlaufverschleiß, eine verlängerte Standzeit, besseren Spanablauf und damit eine höhere Produktivität. Ziel der Entwicklung von Schütte war die Integration des Magnetfinishingprozesses in den Nachschärf- und Herstellungsprozess. Der Schleifscheibenwechsler nimmt zusätzlich zu den bereits vorhandenen Schleifscheibensätzen den Finishingkopf auf. Die Prozesskette wird damit verkürzt; der Bedarf einer weiteren Bearbeitungsmaschine entfällt.

Online-Info
www.kem.de/0809441