Kurzfassung Dissertation Michael Lutz, 2000

Methoden zur rechnerischen Ermittlung und Optimierung von Tragbildern an Schneckengetrieben

Die Ausbildung des Tragbildes bestimmt maßgeblich die Tragfähigkeit von Schneckengetrieben. Seine Form und Lage wird durch eine Vielzahl von Parametern aus den Bereichen der Schnecken- und der Radfertigung, der Montage und des Betriebs bestimmt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Methode zur Ermittlung von Leerlauf- und Lasttragbild bei Schneckengetrieben vorgestellt. Mit dieser Methode lassen sich die Konturen von Schnecke und Schneckenrad, ihrem Herstellungsverfahren entsprechend, punktweise errechnen. Die Simulation der Paarung der Walzpartner, unter Berücksichtigung von Einbauabweichungen, ermöglicht nach dem Durchlaufen unterschiedlicher Eingriffsstellungen die Ermittlung des Leerlauftragbildes. Hierzu werden die Flankenabstände zwischen Schnecken- und Radflanke in Jeder Eingriffsstellung ermittelt. Diese Abstände werden unter Verwendung von Höhenlinien über dem Eingriffsgebiet grafisch dargestellt. Zur Ermittlung des Lasttragbildes wird die Einflusszahlenmethode angewendet. Dabei werden an diskreten Stützstellen im Eingriffsgebiet die Kontaktkräfte bestimmt. Nach deren Umrechnung in Linienlasten werden auch diese in Höhenlinienform grafisch ausgegeben. Bei der Ermittlung des Lasttragbilds werden die Einflüsse der Schneckenwellenbiegung, der Schneckenzahn-und der Radzahnbiegung, der Schnecken- und Radkörperverformung, der Lager- und der Gehäuseverformung berücksichtigt. Für den Einfluss der Schneckenwellenbiegung wurden statische Biegeversuche an Schneckenwellen durchgeführt. Die Schneckenwellen wurden durch Radialkräfte belastet und die resultierenden Beträge der Durchbiegung wurden gemessen. Mit Hilfe der Versuchsergebnisse wird eine Empfehlung zur Berechnung des maßgeblichen Biegedurchmessers von Schneckenwellen angegeben.

Weiterhin wird ein Verfahren **zur** Tragbildoptimierung beschrieben. Dieses Verfahren ermöglicht die Bestimmung von Einflussgrößen, welche ein vorgegebenes Soll-Tragbild nach sich ziehen. Die Einflussgrößen können Maschineneinstell-, Werkzeugoder auch Einbaudaten sein. Das Soll-Tragbild kann nach Lage und Größe vorgegeben werden.

Neben einer Tragbildoptimierung kann mit den in der vorliegenden Arbeit angegebenen Bestimmungsgleichungen ein Fräser ausgelegt werden. Die Ausfegung umfasst alle Fräser- und Maschineneinstelldaten, die für die Tragbildausbildung.

Die Ausbildung des Tragbildes bestimmt maßgeblich die Tragfähigkeit von Schneckengetrieben. Seine Form und Lage wird durch eine Vielzahl von Parametern aus den Bereichen der Schnecken- und der Radfertigung, der Montage und des Betriebs bestimmt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Methode zur Ermittlung von Leerlauf- und Lasttragbild bei Schneckengetrieben vorgestellt. Mit dieser Methode lassen sich die Konturen von Schnecke und Schneckenrad, ihrem Herstellungsverfahren entsprechend, punktweise errechnen. Die Simulation der Paarung der Walzpartner, unter Berücksichtigung von Einbauabweichungen, ermöglicht nach dem Durchlaufen unterschiedlicher Eingriffsstellungen die Ermittlung des Leerlauftragbildes. Hierzu werden die Flankenabstände zwischen Schnecken- und Radflanke in Jeder Eingriffsstellung ermittelt. Diese Abstände werden unter Verwendung von Höhenlinien über dem Eingriffsgebiet grafisch dargestellt. Zur Ermittlung des Lasttragbildes wird die Einflusszahlenmethode angewendet. Dabei werden an diskreten Stützstellen im Eingriffsgebiet die Kontaktkräfte bestimmt. Nach deren Umrechnung in Linienlasten werden auch diese in Höhenlinienform grafisch ausgegeben. Bei der Ermittlung des Lasttragbilds werden die Einflüsse der

Schneckenwellenbiegung, der Schneckenzahn-und der Radzahnbiegung, der Schnecken- und Radkörperverformung, der Lager- und der Gehäuseverformung berücksichtigt. Für den Einfluss der Schneckenwellenbiegung wurden statische Biegeversuche an Schneckenwellen durchgeführt. Die Schneckenwellen wurden durch Radialkräfte belastet und die resultierenden Beträge der Durchbiegung wurden gemessen. Mit Hilfe der Versuchsergebnisse wird eine Empfehlung zur Berechnung des maßgeblichen Biegedurchmessers von Schneckenwellen angegeben.

Weiterhin wird ein Verfahren zur Tragbildoptimierung beschrieben. Dieses Verfahren ermöglicht die Bestimmung von Einflussgrößen, welche ein vorgegebenes Soll-Tragbild nach sich ziehen. Die Einflussgrößen können Maschineneinstell-, Werkzeugoder auch Einbaudaten sein. Das Soll-Tragbild kann nach Lage und Größe vorgegeben werden.

Neben einer Tragbildoptimierung kann mit den in der vorliegenden Arbeit angegebenen Bestimmungsgleichungen ein Fräser ausgelegt werden. Die Ausfegung umfasst alle Fräser- und Maschineneinstelldaten, die für die Tragbildausbildung

relevant sind. Das so ausgelegte Werkzeug zieht ein über der Fräserlebensdauer günstiges Tragbild nach sich.

Mit der Anwendung der in dieser Arbeit beschriebenen Methoden zur Tragbildberechnung und -Optimierung stehen Werkzeuge zur Verfügung, die aufwändige Variationsrechnungen ersetzen können. Auf dieser Grundlage ist das EDV-Programm SNETRA [17] zur Vorausberechnung und Optimierung von Tragbildern an Schneckengetrieben entstanden. Mit der Anwendung des Programms besteht die Möglichkeit, bereits in der Entwurfsphase Einblick in das zu erwartende Tragbild nehmen zu können. SNETRA [17] gestattet durch Parametervariation Untersuchungen zu Ausmaß und Art der Auswirkung einzelner Einflussgrößen auf das Tragbild. Weiterhin erlaubt es Aussagen über die Höhe der örtlichen Beanspruchung auf der Flanke sowie über die Änderung der Eingriffsverhältnisse unter Last, im Vergleich zum Leerlauftragbild. Damit können bereits in der Entwurfsphase des Getriebes Informationen zu dem zu erwartenden Tragbild gewonnen werden. In vielen Anwendungsfällen kann deshalb auf eine aufwändige Probefertigung zur Tragbildkontrolle verzichtet werden.