

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **240 157 A1**

4(51) **B 23 B 19/02**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 23 B / 279 505 7 (22) 09.08.85 (44) 22.10.86

(71) VEB Mikromat Dresden, 8036 Dresden, Mügelner Straße 36, DD
(72) Täger, Wilfried, Dipl.-Ing., DD

(54) **Arbeitsspindel für eine Werkzeugmaschine zur Feinbearbeitung**

(57) Der Einsatz kann an Maschinen mit rotierenden Werkstücken und feststehenden Werkzeugen oder rotierenden Werkzeugen und feststehenden Werkstücken erfolgen. Ziel ist es, die Spindel relativ einfach herzustellen und trotzdem eine Feinbearbeitung zu gewährleisten. Es ist dazu die Aufgabe zu lösen, die Drehmomente störungsfrei zu übertragen und geringe Fluchtungsfehler der Lagerstellen auszugleichen. Die Lösung erfolgt an einer Arbeitsspindel, bestehend aus auf gleicher Achse angeordneten Antriebsteil und Arbeitsteil, beide Teile durch eine Kupplung verbunden, erfindungsgemäß dadurch, daß der Arbeitsteil zwei Lagerstellen, davon mindestens ein Festlager aufweist, der Antriebsteil eine Lagerstelle auf der Resultierenden der angreifenden Riemen- bzw. Zahnkräfte aufweist und die Kupplung zwischen Antriebsteil und Arbeitsteil gelenkig ausgebildet ist.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Erfindungsanspruch:

Arbeitsspindel für eine Werkzeugmaschine zur Feinbearbeitung, die aus zwei, auf gleicher Achse angeordneten, durch eine Kupplung verbundenen Teilen besteht, wovon der Antriebsteil vom Hauptantrieb aus angetrieben wird und der Arbeitsteil als eigentliche Arbeitsspindel dient, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Arbeitsteil (2) zwei Lagerstellen (A; B), davon mindestens ein Festlager aufweist, der Antriebsteil (3) eine Lagerstelle (C) auf der Resultierenden der angreifenden Riemen- bzw. Zahnkräfte aufweist und die Kupplung (D) zwischen Antriebsteil (3) und Arbeitsteil (2) gelenkig ausgebildet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Anwendungsgebiet der Erfindung sind Werkzeugmaschinen mit rotierender Arbeitsspindel und hohen Genauigkeitsanforderungen. Der Einsatz kann an Maschinen mit rotierenden Werkstücken und feststehenden Werkzeugen oder rotierenden Werkzeugen und feststehenden Werkstücken erfolgen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Mittels der Feindrehbearbeitung (seit einiger Zeit auch gehärteter Oberflächen) ist es möglich, enge Toleranzen und geringe Rauhtiefen bei vielen Werkstücken rationeller und in kürzerer Zeit herzustellen, als es durch Schleifen möglich ist. Voraussetzung hierfür ist, daß die benutzten Maschinen neben hoher geometrisch-kinematischer Genauigkeit auch ein ausgezeichnetes dynamisches Verhalten besitzen. Eins der Hauptprobleme hierbei ist, eine Arbeitsspindel nebst Antrieb und Lagerungen zu schaffen, die außer der geforderten Rotation keine weiteren, unerwünschten Bewegungen in Form von erzwungenen und Eigenschwingungen sowie deren Überlagerungen ausführt. Durch sehr steife, dynamisch ausgewuchtete Spindeln in hochgenauen Lagerungen von großer Federsteife (u. U. auch noch mit schwingungsdämpfender Wirkung) kann den Forderungen an eine Feindreh-Arbeitsspindel weitgehend entsprochen werden.

Ein noch nicht befriedigend gelöstes Problem ist die Einleitung des Antriebsdrehmomentes ohne gleichzeitige Einwirkung von wechselnden und zum Teil auch stoßartig wirkenden Kräften quer zur Spindelachse, wodurch die Spindel zu unerwünschten und das Arbeitsergebnis nachteilig beeinflussenden Störbewegungen angeregt wird.

Es ist bekannt, dem beschriebenen Mangel dadurch zu begegnen, daß die Spindel in zwei selbständig gelagerte Teile mit verschiedenen Aufgaben getrennt wird. Der Antriebsteil wird durch Riemen oder Zahnräder angetrieben, während der Arbeitsteil die Aufgabe der eigentlichen Arbeitsspindel übernimmt. Hierdurch läßt sich ein gewisser Prozentsatz der auf den Antriebsteil wirkenden Störkräfte vom Arbeitsteil fernhalten. Bei den bekannten Lösungen wird der Arbeitsteil konzentrisch vom Antriebsteil umgeben und entweder von diesem durch eine trennbare Zahnkupplung (Direktantrieb) oder über ein Zahnradvorgelege angetrieben. Der Antrieb über Zahnradvorgelege dient vorzugsweise zum Schrappen bei extrem hohen Zerspanungskräften oder zum Gewindeschneiden mit Schnellstahlwerkzeugen (Bewegungsgewinde). Er kann bei den folgenden Ausführungen, die speziell für die Feinbearbeitung mit hohen Drehzahlen gelten, unbeachtet gelassen werden.

Infolge stets vorhandener, kleiner Koaxialitätsabweichungen zwischen Antriebs- und Arbeitsteil, sowie kleiner Rundlauf- und Teilungsfehler in den formschlüssigen Kupplungsverzahnungen, wird durch die Kupplung nicht nur ein Drehmoment übertragen, sondern es werden auch, begünstigt durch stoßartige kleine Winkelgeschwindigkeitsänderungen, stoßartig wirkende Querkkräfte erzeugt. Hierdurch wird der Vorteil der in Antriebs- und Arbeitsteil getrennten Spindel teilweise wieder zunichte gemacht. Das ist um so mehr der Fall, je höher die Spindeldrehzahl ist und je größer die Fertigungsgenauigkeiten der an der Drehmomentübertragung beteiligten Bauteile sind. Die zulässigen Toleranzen für Koaxialität, Teilungsgenauigkeit und Rundlauf liegen für die heute geforderten Arbeitsgenauigkeiten beim Feindreihen im μ -Bereich und erfordern damit einen außerordentlich hohen Fertigungsaufwand.

Eine andere bekannte Lösung, bei der auf ein Zahnradvorgelege im Spindelkasten verzichtet wird, ordnet Antriebs- und Arbeitsteil hintereinander auf gleicher Achse an und verbindet beide durch eine elastische Kupplung. An die Kupplung werden hierbei folgende Forderungen gestellt: Hohe Drehsteife, niedrige Biegesteife und niedrige Quersteife (Senkrecht zur Rotationsachse). Diese Forderungen lassen sich nicht in vollkommener Weise gleichzeitig erfüllen, so daß auch hierbei trotz hohen Fertigungsaufwandes kein völlig befriedigender Effekt eintritt.

Nach DD-PS 78 162 ist eine Einrichtung zum Übertragen der Drehbewegungen und -momente auf Präzisionsspindeln bekannt. Eine als Kreuzgelenk gestaltete Kupplung, bei der je zwei Bolzen in einer auf der Bohrspindel radial festen, axial jedoch verschiebbaren Buchse, bzw. in der Antriebsbuchse fest angeordnet sind, und ein Kupplungsglied auf diesen Bolzen sowohl dreh- als auch axial verschiebbar angeordnet ist, befindet sich zwischen Antrieb und Spindel und soll ein Ausweichen der Einzelteile bei auftretenden Radialkräften ermöglichen. Diese Lösung behandelt das Problem der störungsfreien Drehmomentübertragung an Präzisionsspindeln die axial verschiebbar sind. Die möglichen Störungen sind jedoch nicht vollständig vermeidbar, da die radial gleitenden Bolzen bei Drehmomentenbelastung doch Querkkräfte übertragen.

Die DE-OS 20 432 37 erreicht durch die genannte Lösung höchste Rundlaufeigenschaften, wobei die Arbeitsspindel über eine koaxial angeordnete Antriebseinheit unter Zwischenschaltung einer radiallykraftfreien Kupplung angetrieben wird. Bestandteil der Lösung ist aber ein spezielles, aufwendig herzustellendes aerostatisches Lager, wodurch eine fertigungstechnisch einfache Konstruktion nicht möglich ist.

Die DE-OS 27 239 16 beschreibt eine Werkzeugmaschine für eine hochgenaue, präzise Bearbeitung. Die Maschine besitzt einen die Arbeitsspindel drehenden Antriebsmotor, der schwingungs- bzw. vibrationsmäßig von der Arbeitseinrichtung isoliert ist und eine ebenso angeordnete Übertragungseinrichtung der Motorkraft auf die Arbeitsspindel. Diese Lösung ist aber nur für hohe Drehzahlen und geringe Drehmomente geeignet und kann nicht an Maschinen eingesetzt werden, wo bei der Schrappbearbeitung große Drehmomente bei geringen Drehzahlen übertragen werden.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, eine Arbeitsspindel zu schaffen, die relativ geringe Anforderungen an ihre Fertigung stellt und eine Feinbearbeitung ermöglicht.

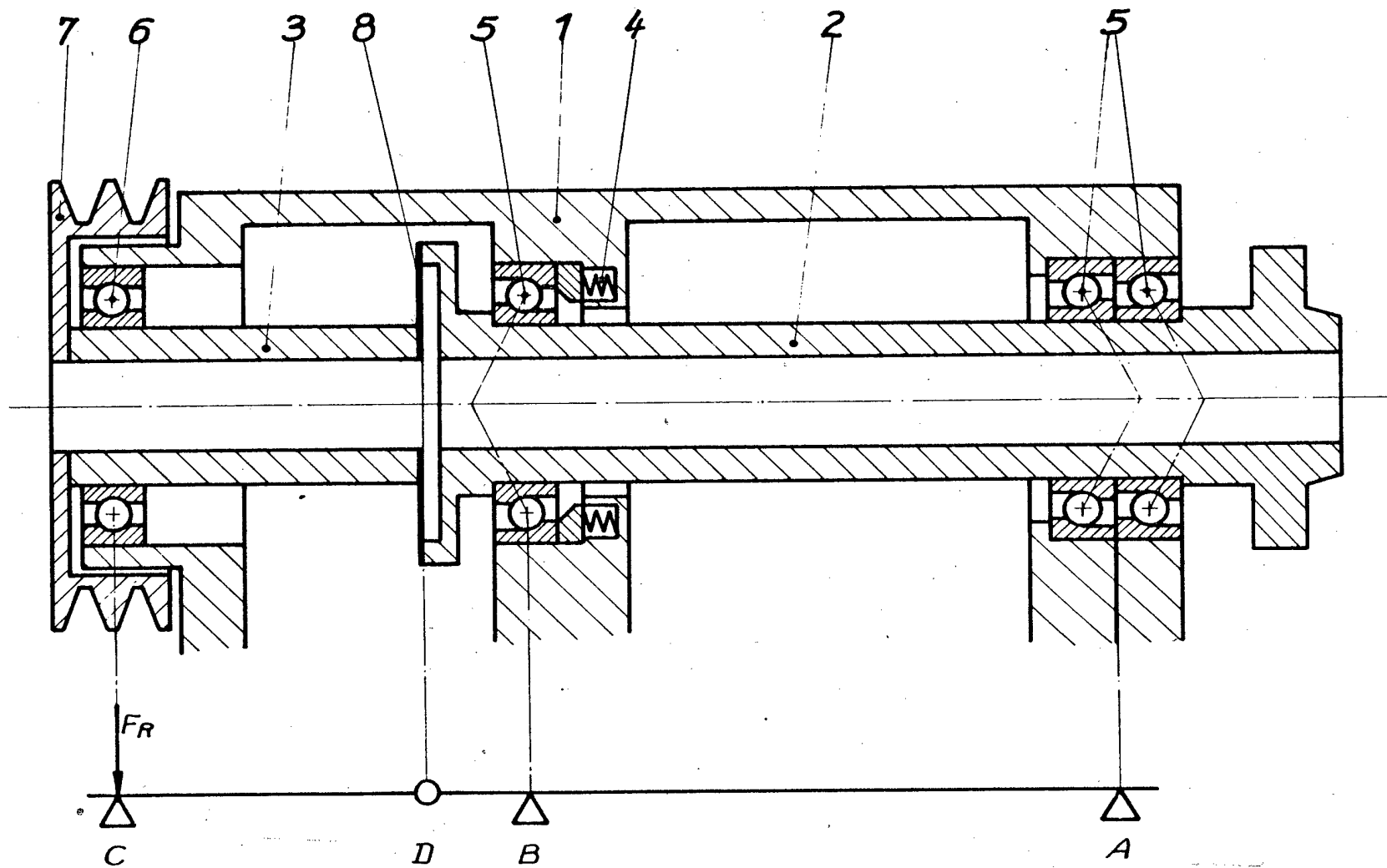
Wesen der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, die Arbeitsspindel so zu gestalten, daß die Einleitung des Antriebsdrehmomentes ohne wechselnde oder stoßartige Querkkräfte zur Spindelachse möglich ist, wodurch eine störungsfreie Drehmomentenübertragung auf das rotierende Werkzeug oder Werkstück erfolgen kann. Durch die Gestaltung der Arbeitsspindel sollen weiterhin geringe Fluchtungsfehler der Lagerstellen kompensierbar sein.

Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt an einer Arbeitsspindel, bestehend aus auf gleicher Achse angeordneten Antriebsteil und Arbeitsteil, beide Teile durch eine Kupplung verbunden, erfindungsgemäß dadurch, daß der Arbeitsteil zwei Lagerstellen, davon mindestens ein Festlager aufweist, der Antriebsteil eine Lagerstelle auf der Resultierenden der angreifenden Riemen- bzw. Zahnkräfte aufweist und die Kupplung zwischen Antriebsteil und Arbeitsteil gelenkig ausgebildet ist. Die genannte Anordnung ermöglicht es, geringe Fluchtungsfehler der Lagerstellen unschädlich zu machen, ohne daß an die Kupplung die Forderung geringer Quersteife gestellt zu werden braucht. Ihre Ausführung wird hierdurch relativ leicht lösbar. Als Beispiele seien ein Kardangelen mit kraftschlüssig vorgespannten Lagerstellen oder eine Membrankupplung genannt. Durch die Lagerung des Antriebsteiles mit nur einem Lager, während der andere Lagerpunkt durch die Kupplung gebildet wird, sowie die Anordnung des Lagers auf der Resultierenden der angreifenden Riemen bzw. Zahnkräfte kann eine Querkraftübertragung auf den Arbeitsteil durch die Kupplung nicht stattfinden, da der Hebelarm der angreifenden Resultierenden gleich Null ist. Die Fertigung der gesamten Arbeitsspindel wird relativ einfach und die Übertragung von Störbewegungen auf den Arbeitsteil minimiert.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnung näher erläutert. Die dargestellte Figur zeigt die geschnittene Seitenansicht einer horizontalen Arbeitsspindel in einer Werkzeugmaschine. Im Spindelkasten 1 ist die in Arbeitsteil 2 und Antriebsteil 3 geteilte Arbeitsspindel sichtbar, wobei der Arbeitsteil 2 in durch Druckfedern 4 axial vorgespannten Präzisions-Schräggugellagern 5 gelagert ist. Ein Radialkugellager 6 stützt den Antriebsteil 3 im Angriffspunkt der Resultierenden der Riemenkraft F_R , die auf die Riemenscheibe 7 wirkt. Arbeitsteil 2 und Arbeitsteil 3 der Arbeitsspindel sind durch die biegeelastische Membran 8 dreh- und quersteif miteinander verbunden. Unter der dargestellten Figur ist die Spindelanordnung schematisch dargestellt, wobei die Stellen, auf die es bei der Funktion ankommt, durch strichpunktierte Fluchtlinien mit den entsprechenden Bauelementen der Figur verbunden sind. Die Resultierende der Riemenkraft F_R kann um das Auflager C keine Momente erzeugen, da ihr Hebelarm Null ist. Infolgedessen können auch am Gelenkpunkt D keinerlei Querkkräfte in den Arbeitsteil 2 bzw. die Auflager A und B übertragen werden. Durch die Biegeelastizität der Membran 8 werden auch bei geringfügigen Fluchtungsfehlern der Lagerstellen, die fertigungsbedingt auftreten könnten, keine Biegemomente im Gelenkpunkt D übertragen werden.



24453-1000

3 240 157