



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: F 16 C 3/00
F 16 C 1/06
F 16 C 1/28
B 23 Q 1/08

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT** A5

(11)

641 535

(21) Gesuchsnummer: 7145/79

(22) Anmeldungsdatum: 03.08.1979

(30) Priorität(en): 26.08.1978 DE 2837321

(24) Patent erteilt: 29.02.1984

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 29.02.1984

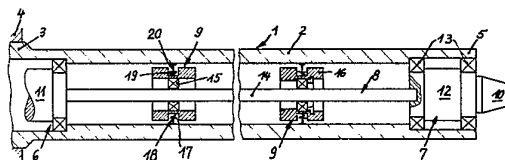
(73) Inhaber:
Fortuna-Werke Maschinenfabrik GmbH,
Stuttgart 50 (DE)

(72) Erfinder:
Richard Jesinger, Esslingen (DE)

(74) Vertreter:
A. Rossel, Dipl.-Ing. ETH, Zürich

(54) **Spindel.**

(57) Die Spindel (1) ist eine Werkzeugmaschinenspindel mit grosser freier Kraglänge. Die Spindelwelle (8) weist zwischen ihren Endlagerungen (6, 7) in der Spindelhülse (2) einen biegeweichen Längsabschnitt (14) auf. Im Bereich dieses Längsabschnittes (14) ist die Spindelwelle (8) über Zwischenlager (9) elastisch und dämpfend radial gegenüber der Spindelhülse (2) abgestützt. Dadurch werden statische Überbestimmungen beseitigt, und durch Veränderung der Elastizitäten und/oder der Dämpfungsweite wird ohne konstruktive Abänderungen eine Anpassung an die schwingungstechnisch unterschiedlichen Gegebenheiten in verschiedenen Drehzahlbereichen erreicht. Auch ist infolge dieser Ausbildung eine nachträgliche Änderung der Abstimmung möglich. Ausserdem kann die Spindel (1) leicht und billig gebaut werden und ist bearbeitungstechnisch leicht zu beherrschen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Spindel, bei der die Spindelwelle in der Spindelhülse über Endlagerungen und wenigstens einem Zwischenlager abgestützt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Spindelwelle (8) zwischen ihren Endlagerungen (6, 7) einen biegeweichen Längsabschnitt (14) aufweist und im Bereich dieses Längsabschnittes über das bzw. die Zwischenlager (9) elastisch und dämpfend radial gegenüber der Spindelhülse (2) abgestützt ist.

2. Spindel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der biegeweiche Längsabschnitt (14) der Spindelwelle (8) durch eine zwischengeschaltete Kupplungswelle gebildet ist, die drehsteif und zentrisch mit den in den Endlagerungen (6, 7) geführten Abschnitten (11, 12) der Spindelwelle (8) verbunden ist.

3. Spindel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungswelle durch einen im Durchmesser gegenüber den in den Endlagerungen (6, 7) geführten Wellenabschnitten (11, 12) abgesetzten Wellenstab (14) gebildet ist.

4. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenlager (9) ein Radiallager (15) umfasst, das in einem Gehäuse (16) geführt ist, das über eine Feder-Dämpfereinrichtung (18) gegenüber der Spindelhülse (2) radial abgestützt ist.

5. Spindel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenlager (9) gegenüber der Spindelhülse (2) axial verschiebbar abgestützt ist.

6. Spindel nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das als Hilfsmasse dienende Gehäuse (16) durch eine Hülse gebildet ist.

7. Spindel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse an ihrem Aussenumfang mit einer Ringnut (17) versehen ist, in der ein Feder-Dämpferelement (19, 20) angeordnet ist.

8. Spindel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Feder-Dämpferelement durch die Parallelschaltung eines Federelementes (19) und eines als Stützkörper (20) dienenden elastoplastischen Körpers gebildet ist.

9. Spindel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Stützkörper (20) ein Gummiring vorgesehen ist.

10. Spindel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Feder-Dämpferelement ein Reibungsdämpfer vorgesehen ist.

11. Spindel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Feder-Dämpferelement ein hydraulischer Dämpfer, insbesondere ein hydraulischer Ringkolbendämpfer, vorgesehen ist.

Die Erfindung betrifft eine Spindel, bei der die Spindelwelle in der Spindelhülse über Endlagerungen und wenigstens einem Zwischenlager abgestützt ist.

Bei bekannten Maschinenspindeln dieser Art, die freie Kraglängen bis in die Grössenordnung von 3 m aufweisen, sind die Spindelwellen über ihre ganze Länge starr ausgebildet und über wenigstens ein starres Zwischenlager gegenüber der ebenfalls starren Spindelhülse abgestützt. Abgesehen davon, dass ein solches System statisch überbestimmt ist, bedingt es für die konstruktive Auslegung jeweils die Festlegung auf einen Drehzahlbereich, da jeweils nur für einen bestimmten, verhältnismässig schmalen Drehzahlbereich die notwendige schwingungstechnische Abstimmung des Systems erreicht werden kann.

Durch die Erfindung soll demgegenüber eine Spindel der eingangs genannten Art dahingehend ausgestaltet werden, dass ohne konstruktive Änderungen für einen breiten Dreh-

zahlbereich die notwendige schwingungstechnische Abstimmung durchführbar ist.

Bei einer Spindel der eingangs genannten Art wird dies dadurch erreicht, dass die Spindelwelle zwischen ihren Endlagerungen einen biegeweichen Längsabschnitt aufweist und im Bereich dieses Längsabschnittes über das bzw. die Zwischenlager elastisch und dämpfend radial gegenüber der Spindelhülse abgestützt ist. Die erfindungsgemässe Wellengestaltung in Verbindung mit der elastischen und dämpfenden Abstützung im Bereich des oder der Zwischenlager beseitigt nicht nur statische Überbestimmungen, sondern ermöglicht insbesondere durch Veränderung der Elastizitäten und/oder der Dämpfungswerte auch ohne konstruktive Abänderungen eine Anpassung an die schwingungstechnisch unterschiedlichen Gegebenheiten in verschiedenen Drehzahlbereichen. Ferner wird die Gefahr vermindert, dass resultierend aus den Eigenschwingungen der Welle und des durch die Hülse gebildeten Kragträgers Schwebungen auftreten. Nicht zuletzt werden auch die Anforderungen an die Bearbeitungsgenauigkeit vermindert, die bei einem starren System besonders gross sind, da dort Verbiegungen oder Fluchtfehler der Welle der Spindelhülse als Kragträger Schwingungen aufzwingen können. Durch die Erfindung wird insgesamt gesehen also ein System geschaffen, das nicht nur nachträglich auf das Arbeiten in unterschiedlichen Drehzahlbereichen abgestimmt werden kann, sondern das insgesamt gesehen auch leichter und billiger gebaut und bearbeitungstechnisch leichter zu beherrschen ist, wobei zusätzlich eine nachträgliche schwingungstechnische Feinabstimmung erfolgen kann, da bei der erfindungsgemässen Lösung, analog zur nachträglichen Abstimmung auf unterschiedliche Drehzahlbereiche, eine nachträgliche Änderung der Abstimmung möglich ist.

In Ausgestaltung der Erfindung kann der biegeweiche Längsabschnitt der Spindelwelle durch eine zwischengeschaltete Kupplungswelle gebildet sein, die drehsteif und zentrisch mit den in den Endlagerungen geführten Abschnitten der Spindelwelle verbunden ist. Der Anschluss der zwischengeschalteten Kupplungswelle an die in den Endlagerungen geführten Abschnitte der Spindelwelle erfolgt bevorzugt starr, kann im Rahmen der Erfindung aber auch elastisch vorgenommen werden. Bevorzugt wird die Kupplungswelle durch einen im Durchmesser gegenüber den in den Endlagerungen geführten Wellenabschnitten abgesetzten Wellenstab gebildet, wobei dieser Wellenstab bevorzugt lediglich so stark bemessen ist, wie es im Hinblick auf das zu übertragende Drehmoment erforderlich ist.

Das Zwischenlager umfasst in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ein Radiallager, das in einem Gehäuse geführt ist, das über eine Feder-Dämpfereinrichtung gegenüber der Spindelhülse radial abgestützt ist. Das Gehäuse bildet dabei eine Hilfsmasse, die bei bevorzugt hülseförmiger Ausgestaltung an ihrem Aussenumfang mit einer Ringnut versehen ist, in der ein Feder-Dämpferelement angeordnet ist. Solche Feder-Dämpferelemente sind bevorzugt durch Parallelschaltung eines Federelementes und eines dämpfenden, insbesondere elastoplastischen Körpers gebildet, wobei der Stützkörper durch einen Gummiring oder dergleichen gebildet sein kann. Gegebenenfalls können Feder- und Dämpferelement auch in ihrer Funktion in einem elastischen Stützkörper zusammengefasst sein.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert, dessen Figur im Schnitt eine Spindel einer Werkzeugmaschine mit grosser freier Kraglänge zeigt.

Wie aus der Darstellung ersichtlich, umfasst die insgesamt mit 1 bezeichnete Spindel eine Spindelhülse 2, die als Kragträger an ihrem einen Ende 3 starr mit dem nicht weiter dar-

gestellten Maschinengehäuse 4 verbunden ist. In der in sich starren Spindelhülse 2 sind, wie schematisch gezeigt, einerseits an dem dem Maschinengehäuse 4 zugeordneten Ende 3 und andererseits am frei auslaufenden Kragende 5 Endlagerungen 6, 7 für die insgesamt mit 8 bezeichnete Spindelwelle vorgesehen, die im Bereich zwischen den Endlagerungen 6, 7 über Zwischenlager 9 gegenüber der Spindelhülse 2 radial abgestützt ist.

Die insgesamt mit 8 bezeichnete Spindelwelle, die bei maschinenseitigem Antrieb abtriebsseitig in einem Wellenkopf 10 ausläuft, mit dem das jeweilige Werkzeug, beispielsweise also ein Schleifwerkzeug, ein Bohrer oder ein Ausdrehwerkzeug zu verbinden ist, weist im Bereich ihrer Endlagerungen 6, 7 u.a. aus lagertechnischen Gründen Abschnitte 11, 12 verhältnismässig grossen Durchmessers auf, die wie für die Endlagerung 7 gezeigt, über Lagerpaare 13 starr in der Spindelhülse gelagert sind.

Würde nun, wie bei bekannten Konstruktionen gegeben, die Welle mit einem ihrem Durchmesser im Bereich der Endlagerungen im wesentlichen entsprechenden Durchmesser starr über die ganze Länge durchgeführt und über ein oder mehrere Zwischenlager starr gegenüber der Spindelhülse 2 abgestützt, so ergibt sich ein in sich starres System, das die eingangs angesprochenen Nachteile aufweist.

Erfindungsgemäss ist demgegenüber die Spindelwelle 8 im Bereich zwischen ihren den Endlagerungen 6, 7 zugeordneten Abschnitten 11, 12 bevorzugt über ihre ganze Länge im Durchmesser wesentlich verringert ausgeführt und durch einen Wellenstab 14 gebildet, der in seinem Durchmesser nicht auf Biegesteifigkeit, sondern vielmehr im wesentlichen lediglich auf das zu übertragende Drehmoment ausgelegt ist und der mit den in den Endlagerungen 6, 7 geführten Abschnitten 11, 12 zentrisch und drehsteif verbunden ist.

Abgestützt wird der Wellenstab 14 im Bereich zwischen den Endlagerungen 6, 7 über ein oder mehrere Zwischenlager, im Ausführungsbeispiel zwei Zwischenlager 9, die bei erfindungsgemässer Gestaltung als Lanchester-Schwingungstilger wirken.

Der Aufbau für die Zwischenlager 9 ist dabei so, dass unmittelbar auf den Wellenstab 14 drehfest und bevorzugt durch Aufschrumphen axial unverschiebbar der innere Lagering eines Lagers 15 aufgebracht ist, dessen äusserer Lagering, wie das in der Zeichnung rechtsseitig dargestellte Lager zeigt, axial unverschiebbar mit einem Gehäuse 16 verbunden ist, das als Hilfsmasse dient und das aussenseitig mit einer Ringnut 17 versehen ist, in der, wie hier nur symbolisch angedeutet, eine Feder-Dämpfereinrichtung 18 angeordnet ist, über die das die Hilfsmasse bildende Gehäuse 16 nachgiebig und dämpfend gegenüber der Spindelhülse 2 als Kragträger abgestützt ist. Die Feder-Dämpfereinrichtung 18 besteht in dem schematisiert dargestellten Ausführungsbeispiel aus der Hintereinanderschaltung einer Feder 19 und eines elastischen Stützkörpers 20, der hier als in der Ringnut 17 seitlich geführter Steggummiring ausgebildet ist, in seiner einfachsten Ausbildungsform aber durch einen O-Ring mit Vorteil gebildet sein kann, wobei durch das Zusammenwirken dieses Dämpferringes mit dem Gehäuse 16 als Hilfsmasse aufgrund der radialen Nachgiebigkeit die erwünschte Dämpfung erreicht wird. Zugleich können Fluchtfehler und Verbiegungen des durch die Spindelhülse 2 gebildeten Kragträgers gegenüber der Welle im Bereich dieser Zwischenlager 9 ausgeglichen werden. Anstelle eines Steggummirings, eines O-Ringes oder dergleichen als Dämpferelement kann auch ein radialer Reibungsdämpfer oder ein hydraulischer Ringkolbendämpfer vorgesehen werden.

