



(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 60/89

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : GOIN 19/02

(22) Anmeldetag: 13. 1.1989

GOIN 3/56

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1993

(45) Ausgabetag: 27.12.1993

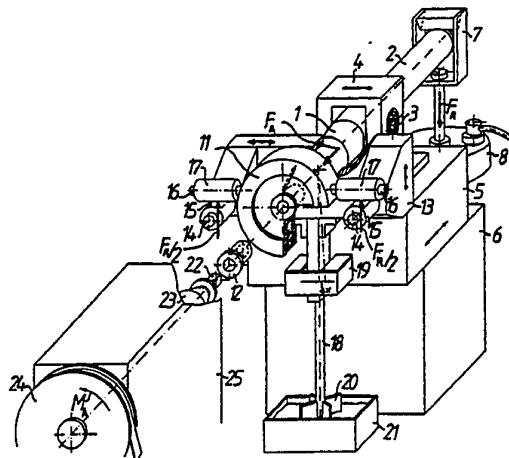
(73) Patentinhaber:

FRANEK FRIEDRICH DIPLO. ING. DR.  
A-3100 ST. PÖLTEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).  
MACISZEWSKI ANDRZEJ DIPLO. ING. DR.  
A-1110 WIEN (AT).

(54) EINRICHTUNG FÜR REIBUNGS- UND VERSCHLEISSUNTERSUCHUNGEN VON ROTIERENDEN SYSTEMEN, INSbesondere LAGERN

(57) Bei einer Einrichtung für mechanisch-dynamische Untersuchungen und Messung der Reibungskräfte von rotierenden Systemen bei unterschiedlichen radialen Belastungen ist ein Teil dieser Systeme in einer Halterung (11) gehalten, über die eine radiale Belastung in das zu messende System einleitbar ist und die gegebenenfalls durch die Reibungskräfte des zu messenden Systems (12) aus einer Ruhelage auslenkbar ist.

Um ein selbsttätigtes Einstellen der Halterung (11) und eine störgrößenfreie Einleitung der Prüfkräfte in das zu prüfende System (12) zu ermöglichen, wird vorgesehen, daß sich vom äußeren Mantel der das zu messende System (12) aufnehmenden Halterung (11) zwei ko-axial zueinander verlaufende Arme (16) normal zur radialen Belastung ( $F_R$ ) des zu messenden Systems (12) in entgegengesetzte Richtung erstrecken, die an Armen (14) einer gabelartig ausgebildeten Aufnahme (13) abstützbar sind, deren Arme (14) normal zu den Armen (16) der Halterung (11) stehen und welche Aufnahme (13) mit einer Meßeinrichtung (19) bewegungsschlüssig verbunden ist.



AT 396 844 B

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung für mechanisch-dynamische Untersuchungen und gegebenenfalls Messung der Reibungskräfte von rotierenden Systemen, insbesondere Lagern, bei unterschiedlichen radialen Belastungen der Systeme, von denen ein Teil in einer Halterung gehalten ist, über die eine radiale Belastung in das zu messende System einleitbar ist und die gegebenenfalls durch die Reibungskräfte des zu messenden Systems aus einer Ruhelage auslenkbar ist.

Bei den bekannten derartigen Einrichtungen ist die Halterung, an der Belastungsgewichte befestigbar sind, frei drehbar angeordnet und mit einem radial abstehenden Arm verbunden. Dabei ist das Maß der Auslenkung des im Mittel der Halterung angeordneten Armes ein Maß für die Reibung im zu prüfenden rotierenden System, das über eine Welle antreibbar ist.

10 Die Auslenkung des Armes kann dabei mit verschiedenen Einrichtungen gemessen werden.

Der Nachteil der bekannten Einrichtungen, mit denen auch Verschleißuntersuchungen bei bestimmten radialen Belastungen von Lagern durchgeführt werden können, liegt darin, daß die rotierenden Systeme aus Gründen der Handhabbarkeit nur bei relativ kleinen radialen Belastungen untersucht werden können. So müssen bei den bekannten Einrichtungen die Belastungsgewichte praktisch von Hand aus an den Arm gehängt werden.

15 Außerdem ergibt sich bei den bekannten Einrichtungen auch der Nachteil, daß die Messungen verhältnismäßig störanfällig sind. So geht jeder Montagefehler beim Einbau des zu messenden Systems in eine entsprechende Aufnahme sehr erheblich und nicht kontrollierbar in die Messungen ein.

Ziel der Erfindung ist es diese Nachteile zu vermeiden und eine Einrichtung der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, die ein selbsttägiges Einstellen der Halterung und eine störgrößenfreie Einleitung der Prüfkräfte in das zu prüfende System ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß sich vom äußeren Mantel der das zu messende System aufnehmenden Halterung zwei koaxial zueinander verlaufende Arme normal zur radialen Belastung (FR) des zu messenden Systems in entgegengesetzte Richtung erstrecken, die an Armen einer gabelartig ausgebildeten Aufnahme abstützbar sind, deren Arme normal zu den Armen der Halterung stehen und welche Aufnahme mit einer Meßeinrichtung bewegungsschlüssig verbunden ist, sodaß die Arme der Halterung und die Arme der Aufnahme einander mit kreuzenden Mantellinien berühren und wobei die Arme vorzugsweise runde Querschnitte aufweisen.

Da es aufgrund dieser Maßnahmen praktisch nur zu einer Linienberührung der einander kreuzenden Arme der Halterung und der Aufnahme kommt, ist eine selbsttägige fluchtende Einstellung der antreibenden Welle mit dem zu messenden rotierenden System auf einfache Weise möglich. Außerdem wird es durch diese Maßnahmen auch möglich, das rotierende System in unterschiedlichen Richtungen zu beladen. Letzteres ermöglicht es auch das zu untersuchende System auch ohne jede radiale Belastung zu prüfen, da es z. B. bei einer Abstützung der Arme der Halterung unterhalb derselben auch möglich ist, die Halterung mit einer Kraft anzuheben, die gleich dem Gewicht der Halterung samt Lagerschale ist.

35 Um die für eine selbsttägige fluchtende Einstellung erforderliche Kraft besonders niedrig zu halten, kann weiters vorgesehen sein, daß die Arme der Halterung und die Arme der Aufnahme Nadellager tragen.

Damit wird eine wesentliche Verminderung der bei einer fluchtenden Einstellung auftretenden Reibungskräfte erreicht.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Aufnahme über ein biegestiefes und koaxial zum zu messenden System verlaufendes Torsionselement abgestützt und mit diesem drehfest verbunden ist.

40 Durch diese Maßnahmen ergibt sich der Vorteil, daß das Meßsystem verhältnismäßig klein ausgebildet sein kann und die Belastung des rotierenden Systems auf einfache Weise über das Torsionselement eingeleitet werden kann. Weiters wird dadurch ein Verzicht auf die relativ sperrige Lösung mit der mit einem Belastungsarm versehenen Halterung, bei der die Reibung des untersuchten Systems über die Messung der Auslenkung des Belastungarmes erfolgt, möglich.

45 Dabei kann weiters vorgesehen sein, daß die gabelartige Aufnahme mit dem dem Prüflager zugewandten Ende des Torsionselementes drehfest verbunden ist, dessen dem Prüflager abgewandtes Ende drehfest in einem Lagerbock gehalten ist.

50 Dabei kann in vorteilhafter Weise weiters vorgesehen sein, daß die drehfeste Halterung an dem dem Prüflager abgewandten Ende des Torsionselementes durch einen zweiseitigen Hebel gebildet ist, der um eine quer zur axialen Erstreckung des Torsionselementes verlaufende Achse im Lagerbock schwenkbar gehalten ist und an dessen dem Torsionselement gegenüberliegenden Arm eine radiale Last, vorzugsweise mittels einer mit einem Druckmedium beaufschlagbaren Zylinder-Kolbenanordnung einleitbar ist.

55 Diese Maßnahmen ermöglichen in einfachster Weise eine Veränderung der radialen Belastung des zu prüfenden Systems oder Lagers.

Um insbesondere bei Messungen mit relativ kleinen Drehzahlen des rotierenden Systems Schwingungen der Halterung durch sich in diesen Bereichen ergebenden relativ raschen Änderungen der Reibungsverhältnisse im zu messenden System zu vermeiden, kann weiters vorgesehen sein, daß das Torsionselement oder die gabelartige Aufnahme mit einem Dämpfungselement verbunden ist.

60 Um das Torsionselement zumindest in einer horizontalen Ebene zentrisch zum zu messenden System bzw. der dieses antreibenden Welle einstellen zu können, kann weiters vorgesehen sein, daß die Aufnahme bzw. das

Torsionselement bzw. der Lagerbock mit Bezug auf das zu messende System bzw. das Prüflager in axialer und in radialer Richtung verstell- und feststellbar gehalten ist.

Auf diese Weise können allfällig auftretende Unsymmetrien bei der Abstützung der Halterung in der Aufnahme vermieden werden, die zu Meßfehlern führen könnten.

5 Weiters kann vorgesehen sein, daß die Halterung gegenüber einem Widerlager, z. B. einem Bund der Welle, axial verstellbar ist, wobei vorzugsweise die Aufnahme über eine Kugel in axialer Richtung an der mit einem Prüflager fest verbundenen Halterung abgestützt ist.

Auf diese Weise ist es auch möglich Lager bei Axiallasten zu prüfen. Dabei ist es lediglich nötig eine mit einem Bund versehene Welle in das zu prüfende Lager einzusetzen.

10 Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Einrichtung und

Fig. 2 ein Datafile der Einrichtung.

Bei der dargestellten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einrichtung ist ein Torsionselement (1) mit einem zweiarmigen Hebel (2) verbunden, der axial an das Torsionselement (1) anschließt.

15 Dieser Hebel (2) ist um eine quer zur Achse des Torsionselementes (1) verlaufende Achse (3) schwenkbar gehalten, wobei die Achse (3) selbst in einem Lagerbock (4) gehalten ist, der auf einem Schlitten (5) befestigt ist, der in axialer Richtung des Torsionselementes (1) verschiebbar auf einem Gestell (6) gehalten ist. Der Lagerbock (4) ist dabei gegenüber dem Schlitten (5) höhenverstellbar gehalten.

20 Der eine Arm des Hebels (2) ist dabei im wesentlichen durch das Torsionselement (1) gebildet und der zweite Arm des zweiarmigen Hebels (2) stellt den Belastungsaarm dar, an dem über eine Hängeeinrichtung (7) eine Zylinder-Kolbenanordnung (8) angreift.

Damit ist das Torsionselement (1) sowohl in der Höhe wie auch in dessen axialer Richtung verstellbar gehalten. Weiters ist der Lagerbock (4) auch in Richtung der Achse (3) verstellbar gehalten.

25 Der auf der Seite des Torsionselementes (1), liegende Arm des Hebels (2) stützt sich mit der Stirnseite (9) an einer Kugel (10) ab, die an der einen Stirnseite einer Halterung (11) zur Aufnahme des zu prüfenden Systems, insbesondere eines Lagers (12), gehalten ist. Weiters ist dieses Ende des Torsionselementes (1) mit einer Aufnahme (13) verbunden, die gabelartig ausgebildet ist.

30 Diese Aufnahme (13) weist zwei zinkenartige Arme (14) auf die sich im wesentlichen in Richtung der axialen Erstreckung des Torsionselementes (1) erstrecken. An diesen Armen (14) sind Nadellager (15) gehalten, die als Abstützungen für die das zu prüfende System aufnehmende Halterung (11) dienen.

Diese Halterung (11) weist zwei Arme (16) auf, die parallel zum Durchmesser des Lagers (12) in der Halterung (11) verlaufen und die ebenfalls Nadellager (17) tragen, mit denen sich die Halterung (11) an den Armen (14) bzw. deren Nadellager (15) abstützen.

35 An der Halterung (11) ist weiters ein Arm (18) befestigt, der mit einer Meßeinrichtung (19), z. B. einer opto-elektronischen Wegmeßeinrichtung, zusammenwirkt und an seinem freien Ende Flügel (20) trägt, die in einem mit Öl gefüllten Behälter (21) eintauchen und als Dämpfung dienen. Dadurch werden Schwingungen, wie sie bei raschen Änderungen der Reibungsverhältnisse im zu prüfenden System, insbesondere bei Messungen mit kleinen Drehzahlen auftreten, entsprechend gedämpft.

40 In der Halterung (11) wird das zu messende Lager (12) eingebaut und das Lager mit der Halterung (11) auf die zugehörige Welle (22) geschoben. Diese Welle ist in einer Präzisionsspindel (23) eingespannt, die in einem Gehäuse (25) gehalten und über eine Riemenscheibe (24) angetrieben ist.

45 Vor Beginn einer Messung wird das Torsionselement (1) und die mit diesem verbundene Aufnahme (13) durch entsprechendes Verschieben des Lagerbockes (4) so eingestellt, daß die Halterung symmetrisch abgestützt ist. Allfällig auftretende Abweichungen von einer koaxialen Ausrichtung der Achsen des zu prüfenden Lagers (12) und des Torsionselementes (1) führen zu keinerlei Fehlern bei der Messung, da sich die Halterung (11) und damit auch das in dieser gehaltene Lager (12) zwanglos einstellen kann, wodurch aufgrund eines solchen Fehlers keinerlei Störkräfte auf das zu messende System übertragen werden können. Dies ist aufgrund der geringen Reibungswiderstände der Nadellager (15, 17) bedingt, die eine zwanglose Einstellung der Halterung gegenüber der Aufnahme ermöglichen und wozu überdies auch die Abstützung des Torsionselementes (1) an der Kugel (10) der Halterung (11) beiträgt.

50 Durch entsprechende Änderung der Beaufschlagung der Zylinder-Kolbenanordnung (8) ist eine Änderung der Radiallast des zu messenden Systems oder Lagers (12) möglich, wobei die Last in weiten Grenzen variabel ist. So ist es möglich die Belastung so einzustellen, daß gerade das Gewicht der Halterung (11) samt dem eingebauten Lager (12) ausgeglichen ist und auf das Lager daher keine Radiallast wirkt. Dies ist durch die Unterstützung der Halterung (11) von unten her mittels der Aufnahme (13) möglich. Anderseits kann die Radiallast durch entsprechende Beaufschlagung der Zylinder-Kolbenanordnung (8) auch sehr hoch eingestellt werden, z. B. in einem Bereich von 0 bis 1000 N.

55 Weiters kann durch die Möglichkeit der Verschiebung des Schlittens (5) das in der Halterung (11) eingespannte Lager (12) auch in axialer Richtung in weiten Grenzen belastet werden, wenn die Welle (22), gegen die sich das Lager (12) abstützt, mit einem Bund versehen ist. Die Verstellung des Schlittens (5) kann dabei zweckmäßiger Weise ebenfalls mittels einer Zylinder-Kolbenanordnung erfolgen.

Für mechanisch-dynamische Untersuchungen und gegebenenfalls Messung der Reibungskräfte von

rotierenden Systemen insbesondere Gleitlagern, wird das zu untersuchende Gleitlager (12), in einer Halterung (11), befestigt und mit dieser Halterung auf das fliegende Ende der Prüfwelle (22) aufgesteckt.

Dabei kann sich das Lager selbsttätig justieren, d. h. entsprechend der Prüfwelle ausrichten.

- 5 Das Prüflager (12) in der Halterung (11) wird über eine Belastungsvorrichtung in radialer Richtung d. h. mittels Aufnahme (13) mit Nadellager (15) Belastungshebel (2) mit seiner Drehachse (3) und pneumatischer Kraftaufbringung (7) und (8) und - falls notwendig - auch in axialer Richtung d. h. mittels Kugel (10), Stirnfläche (9), Belastungshebel (2), Lagerbock (4) und pneumatischer Kraftaufbringung, die den Tisch (5) reibungsarm in Axialrichtung verschiebt, gegen die rotierende Prüfwelle (22) gedrückt. Die auftretende Reibungskraft (das Reibungsmoment) wird über die Verformung des Torsionselementes (1) mittels einer 10 Meßeinrichtung (19) gemessen.

## PATENTANSPRÜCHE

15

1. Einrichtung für mechanisch-dynamische Untersuchungen und gegebenenfalls Messung der Reibungskräfte von rotierenden Systemen, insbesondere Lagern, bei unterschiedlichen radialen Belastungen der Systeme, von denen ein Teil in einer Halterung gehalten ist, über die eine radiale Belastung in das zu messende System einleitbar ist und die gegebenenfalls durch die Reibungskräfte des zu messenden Systems aus einer Ruhelage auslenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß sich vom äußeren Mantel der das zu messende System (12) aufnehmenden Halterung (11) zwei koaxial zueinander verlaufende Arme (16) normal zur radialen Belastung (FR) des zu messenden Systems (12) in entgegengesetzte Richtung erstrecken, die an Armen (14) einer 20 gabelartig ausgebildeten Aufnahme (13) abstützbar sind, deren Arme (14) normal zu den Armen (16) der Halterung (11) stehen und welche Aufnahme (13) mit einer Meßeinrichtung (19) bewegungsschlüssig verbunden ist, sodaß die Arme (16) der Halterung (11) und die Arme (14) der Aufnahme (13) einander mit kreuzenden Mantellinien berühren, und wobei die Arme (13, 16) vorzugsweise runde Querschnitte aufweisen.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Arme (16) der Halterung (11) und die Arme (14) der Aufnahme (13) Nadellager (15, 17) tragen.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme (13) über ein biegesteifes und koaxial zum zu messenden System (12) verlaufendes Torsionselement (1) abgestützt und mit diesem 35 drehfest verbunden ist.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die gabelartige Aufnahme (13) mit dem dem Prüflager (12) zugewandten Ende des Torsionselementes (1) drehfest verbunden ist, dessen dem Prüflager (12) abgewandtes Ende drehfest in einem Lagerbock (4) gehalten ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die drehfeste Halterung an 40 dem dem Prüflager (12) abgewandten Ende des Torsionselementes (1) durch einen zweiseitigen Hebel (2) gebildet ist, der um eine quer zur axialen Erstreckung des Torsionselementes (1) verlaufende Achse (3) im Lagerbock (4) schwenkbar gehalten ist und an dessen dem Torsionselement (1) gegenüberliegenden Arm eine radiale Last, vorzugsweise mittels einer mit einem Druckmedium beaufschlagbaren Zylinder-Kolbenanordnung (8) einleitbar ist.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Torsionselement (1) oder die gabelartige Aufnahme (13) mit einem Dämpfungselement (20) verbunden ist.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme (13) bzw. das Torsionselement (1) bzw. der Lagerbock (4) mit Bezug auf das zu messende System bzw. das Prüflager (12) in axialer und in radialer Richtung verstell- und feststellbar gehalten ist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung (11) gegenüber einem Widerlager, z. B. einem Bund der Welle (22), axial verstellbar ist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme (13) über eine Kugel (10) in axialer Richtung an der mit einem Prüflager (12) fest verbundenen Halterung (11) abgestützt ist.

