



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 096 050 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.05.2001 Patentblatt 2001/18

(51) Int. Cl.⁷: **D06F 37/22**

(21) Anmeldenummer: **00122114.2**

(22) Anmeldetag: **12.10.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **29.10.1999 DE 19952464**

(71) Anmelder:
**Miele & Cie. GmbH & Co.
D-33332 Gütersloh (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dyballa, Christian, Dr.
31275 Lehrte (DE)**

- **Grosse Hündfeld, Max
48155 Münster (DE)**
- **Hambrock, Jürgen
29664 Walsrode (DE)**
- **Hapke, Armin
31275 Lehrte (DE)**
- **Herden, Rudolf
33442 Herzebrock (DE)**
- **Kaufmann, Reinhard
31275 Lehrte (DE)**
- **Kuka, Thorsten
33334 Gütersloh (DE)**
- **Müller, Helge
33332 Gütersloh (DE)**

(54) **Verfahren zum Auswuchten von rotierenden Körpern**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswuchten eines Körpers, der durch einen geregelten Antrieb in Rotation versetzt wird, unter Verwendung einer Auswuchtvorrichtung, bestehend aus mindestens einer mit dem Körper umlaufenden, konzentrisch zu seiner Rotationsachse angeordneten kreisringförmigen Laufbahn, innerhalb der Gewichte frei beweglich angeordnet sind, und unter Verwendung einer Unwuchterkennungseinrichtung, die die unwuchtbedingten Auslenkungen des aus dem Körper und der Auswuchtvorrichtung bestehenden Systems während der Rotation oder dessen unwuchtbedingte Drehzahlschwankungen in ein Unwuchtsignal umwandelt, wobei das System in einem ersten Verfahrensschritt zur Unwuchterkennung mit einer Drehzahl unterhalb seiner kritischen Drehzahl oder unterhalb der kritischen Drehzahl seines Lagersystems gedreht wird und wobei die Auswuchteinrichtung derart beschaffen ist, dass die Gewichte bei dieser Drehzahl von der (den) Laufbahn(en) mitgenommen werden. Um sicher und in möglichst kurzer Zeit eine Kompensation der Unwucht vor dem Durchgang durch den kritischen Drehzahlbereich bzw. seine Resonanzfrequenzen zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass eine Auswerteschaltung die Hüllkurve des Betrags des Unwuchtsignals ermittelt und im Bereich ihres Minimums oder bei Unterschreiten eines Grenzwertes den Körper auf eine Drehzahl oberhalb seiner kritischen Drehzahl oder der kritischen Drehzahl seines Lagersystems beschleunigt.

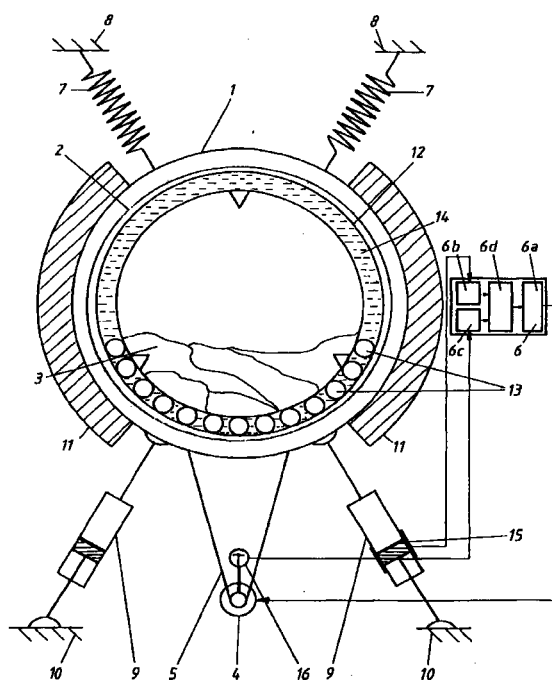


Fig. 4

EP 1 096 050 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswuchten eines Körpers, der durch einen geregelten Antrieb in Rotation versetzt wird, unter Verwendung einer Auswuchtvorrichtung, bestehend aus mindestens einer mit dem Körper umlaufenden, konzentrisch zu seiner Rotationsachse angeordneten kreisringförmigen Laufbahn, innerhalb der Gewichte frei beweglich angeordnet sind, und unter Verwendung einer Unwuchterkennungseinrichtung, die die unwuchtbedingten Auslenkungen des aus dem Körper und der Auswuchteinrichtung bestehenden Systems während der Rotation und/oder dessen unwuchtbedingte Drehzahlschwankungen in ein Unwuchtsignal umwandelt, wobei das System in einem ersten Verfahrensschritt zur Unwuchterkennung mit einer Drehzahl unterhalb seiner kritischen Drehzahl oder unterhalb der kritischen Drehzahl seines Lagersystems gedreht wird und wobei die Auswuchteinrichtung derart beschaffen ist, dass die Gewichte bei dieser Drehzahl von der (den) Laufbahn(en) mitgenommen werden. Die Erfindung betrifft insbesondere ein solches Verfahren zum Auswuchten der Trommel einer Trommelwaschmaschine.

[0002] Eine Auswuchtvorrichtung der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der EP 0 640 192 bekannt. Dabei handelt es sich um einen sogenannten Kugelauswuchter, bei dem innerhalb der Laufbahnen Kugeln frei beweglich angeordnet sind.

[0003] Der Nachteil dieser Auswuchter besteht darin, dass der Arbeitsbereich elementar vom gewählten Frequenzbereich bzw. der Drehzahl des auszuwuchtenden Körpers abhängt. Eine uneingeschränkte Wirkung ist lediglich im Frequenzbereich oberhalb der größten Resonanzfrequenz (der größten kritischen Drehzahl) des Körpers bzw. seines gesamten Lagersystems, bestehend aus der Aufhängung bzw. Befestigung o. dgl. gewährleistet, zwischen den Resonanzen (kritischen Drehzahlen) kompensiert der Auswuchter nur bedingt Unwuchten (s. bspw. Kellenberger: Elastisches Wuchten; Springer Verlag; S. 402f, insbes. S. 408, Abb. 20.6).

[0004] In der DE 197 18 321 wird ein Verfahren zum Auswuchten der Trommel einer Waschmaschine unter Verwendung eines Kugelauswuchters beschrieben: Nach dem Waschgang wird die Trommel auf eine Drehzahl oberhalb der Anlegedrehzahl beschleunigt, so dass die Wäsche aufgrund der Zentrifugalkraft am Trommelmantel haftet und eventuell durch ungleichmäßige Verteilung eine Unwucht ausbildet. Die Position dieser Wäscheunwucht wird dann sensiert. Die Laufbahn des Kugelauswuchters ist mit einem viskosen Dämpfungsmittel (beispielsweise Silikonöl) gefüllt, dessen Viskosität derart dimensioniert ist, dass die Kugeln im Drehzahlbereich der Unwuchtsensierung noch frei abrollen. Anschließend wird die Trommel bei einer bestimmten, zuvor ermittelten Lage von Unwucht und Kugeln so stark beschleunigt, dass die Kugeln vom

Dämpfungsmittel mitgerissen werden. Es soll damit erreicht werden, dass sich Unwucht und Kugelschwerpunkt gegenüberliegen und somit schon beim Durchlaufen des kritischen Drehzahlbereichs (Resonanzfrequenz) kompensieren. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht in der starken Temperaturabhängigkeit der Dämpfungsmittel-Viskosität. Insbesondere bei einem Einsatz von Kugelauswuchtern in Waschmaschinen, bei denen die Laugentemperatur und damit die auch die Temperatur des Dämpfungsmittels zwischen 20°C und 100°C schwanken kann, ist eine Einhaltung der genauen Vorgabe des Reibungsverhaltens nur mit sehr teuren Ölen möglich. Außerdem ist die Phase, in der sich Kugeln und Wäscheunwucht gegenüberliegen, bei jeder Trommelumdrehung nur sehr kurz und es können Fehler bei der Sensierung der Unwuchtposition oder bei der exakten Positionierung der Kugeln auftreten, die beim Durchgang der Trommel durch den kritischen Drehzahlbereich nicht mehr berücksichtigt oder korrigiert werden können. Es kommt dann zu sehr starken Auslenkungen des schwingenden Aggregats.

[0005] Aus der DE 198 57 663 ist eine Waschmaschine bekannt, bei der die Laufbahn mit einem viskosen Dämpfungsmittel gefüllt ist, welches die Kugeln bereits bei Waschdrehzahl mitnimmt. Hierdurch ist die Dimensionierung der Viskosität unkritischer. Durch Sensierung der durch die Kugeln gebildeten Festunwucht B und anschließende schnelle Beschleunigung aus einer Position, in der sich die Kugeln in einem vorgegebenen Winkelbereich befinden, soll erreicht werden, dass sich gezielt eine Wäscheunwucht A gegenüber der Festunwucht B ausbildet. Die Lage der beiden Unwuchten zueinander kann dann noch durch kurze Brems- oder Beschleunigungsimpulse verändert werden, so dass der Schleuderdrehlauf in dem Moment fortgesetzt und die Schleuderdrehzahl über die kritische Drehzahl hinaus erhöht wird, wenn sich die beiden Unwuchten gegenüberliegen und bestens kompensieren. Da die Lageveränderung der Kugeln rein zufällig erfolgt, können bis zum Erreichen einer zufriedenstellenden Unwuchtverteilung zahlreiche Brems- bzw. Beschleunigungsvorgänge mit anschließender Unwuchtsensierung notwendig sein, was zu sehr langen Wartezeiten führt. Außerdem werden durch die Bremsimpulse der Motor, der Antriebsriemen und die Trommellager belastet.

[0006] Der Erfindung stellt sich somit das Problem, ein Verfahren zum Auswuchten eines rotierenden Körpers der eingangs genannten Art zu offenbaren, bei welchem sicher und in möglichst kurzer Zeit eine Kompensation der Unwucht vor dem Durchgang durch den kritischen Drehzahlbereich bzw. seine Resonanzfrequenzen erreicht wird.

[0007] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

[0008] Der mit dem erfindungsgemäß ausgebildeten Verfahren erreichbare Vorteil ergibt sich durch die Auswertung relativ niederfrequenter Ausgleichsvorgänge, so dass der Zeitpunkt der Kompensation der Unwucht sehr exakt vorherbestimmt werden kann und damit ein Durchgang durch den kritischen Drehzahlbereich mit der geringsten Unwucht möglich ist.

[0009] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

- Figur 1 den asymmetrischen Drehzahlverlauf eines rotierenden Körpers mit horizontaler Drehachse und geregelter Antrieb
- Figur 2 das Unwuchtsignal der aus Wäsche und Gewichten bestehenden Gesamtunwucht über der Zeit
- Figur 3 die Hüllkurve des Betrags des Unwuchtsignals
- Figur 4 eine Schemaskizze einer Waschmaschine zur Durchführung eines erfindungsgemäß ausgebildeten Auswuchtverfahrens
- Figur 5 ein Drehzahl-Zeit-Profil bei einer solchen Waschmaschine

[0010] Der Erfindung liegt folgende Erkenntnis zugrunde:

[0011] Bei rotierenden Körpern mit horizontaler oder annähernd horizontaler Drehachse, welche mit einer Unwucht behaftet sind, ändert sich die Drehzahl periodisch mit der Unwuchtlage. Besitzt der Körper einen geregelten Antrieb, so versucht die Regelung zwar, diese Änderungen auszugleichen, dies führt aber dann zu periodischen, nicht-sinusförmigen Schwankungen im Drehzahlprofil (s. Figur 1).

[0012] Deshalb liegt keine ideale kreisförmige Bewegung des rotierenden Körpers vor. Für solche Körper mit dynamischen Auswuchteinrichtungen gemäß Oberbegriff des zu prüfenden Anspruchs 1 gelten deshalb nur bedingt die theoretischen Grundlagen (s. beispielsweise Kellenberger: Elastisches Wuchten; Springer Verlag, S. 402 f), die besagen, dass sich zwischen dem Schwerpunkt der Ausgleichsgewichte und dem Unwuchtschwerpunkt eine konstante Phasenverschiebung einstellt, welche im unterkritischen Drehzahlbereich 0° , im kritischen Drehzahlbereich 90° und im überkritischen Bereich 180° beträgt.

[0013] Im unterkritischen Bereich sind die Zentrifugalkräfte wegen der niedrigen Drehzahl nur gering. Deshalb überwiegen die Kräfte in Umfangsrichtung der Laufbahn, die aufgrund der regelungsbedingten Schwankungen auf die Ausgleichsgewichte wirken. Es entsteht dann ein Schlupf zwischen den Gewichten und der Laufbahn und folglich auch zwischen den Gewichten und der als ortsfest angenommenen Körperunwucht. Hierdurch "wandert" die Schwerpunktlage der Ausgleichsmassen permanent im Bezug zum Schwerpunkt der Körperunwucht.

[0014] Im überkritischen Drehzahlbereich wirken hohe Zentrifugalkräfte auf die Gewichte und verursachen bei diesen eine hohe Haftreibung der Laufbahn. Die durch die Haftreibung verursachte Reibkraft wirkt den Kräften in Umfangsrichtung der Laufbahn entgegen, die aufgrund der regelungsbedingten Schwankungen entstehen. Deshalb nehmen die Gewichte konstante Positionen ein, wobei zwischen dem Gewichtsschwerpunkt und dem Unwuchtschwerpunkt eine konstante Phasenverschiebung von 180° auftritt. Die Gewichte kompensieren dann die Unwucht.

[0015] Der Durchgang durch den kritischen Drehzahlbereich erfolgt in der Regel sehr schnell und kann als Übergang zwischen den beiden vorbeschriebenen Phasen betrachtet werden.

[0016] Im unterkritischen Bereich führt der Schlupf zwischen den Gewichten und der Körperunwucht dazu, dass sich zwei sinusförmige Unwuchtsignale (auch die Gewichte stellen bei ungleicher Verteilung in der Laufbahn eine Unwucht dar) mit unterschiedlichen Frequenzen überlagern und zu einer Schwebung des Gesamt-Unwuchtsignals führen (s. Figur 2). Die Ursache liegt darin, dass die Körperunwucht mit der Drehzahl des Körpers umläuft und die Unwucht der Kugeln aufgrund des Schlupfes eine etwas geringere Drehzahl aufweist. Da der Drehzahlunterschied nur sehr gering ist, ist die Schwebung niederfrequent. Sie beträgt bei dem nachfolgend beschriebenen Beispiel einer Waschmaschinentrommel bei einer Trommeldrehzahl von 100 min^{-1} ca. 60 Sekunden. Im Minimum der Schwebung befinden sich Körperunwucht und Kugelschwerpunkt gegenüber und kompensieren sich.

[0017] Bei Körpern mit vertikaler Drehachse kann der nicht-sinusförmige Drehzahlverlauf durch eine gezielte Regelung oder Steuerung erreicht werden, bei der vom Antrieb positive oder negative Beschleunigungsimpulse auf das rotierende System eingeprägt werden. Diese Impulse werden in vorteilhafter Weise derart abgegeben, dass sie periodisch auf das System einwirken. Durch solche gezielten Impulse kann (auch bei Körpern mit horizontaler Drehachse) die Dauer der Schwebung beeinflusst werden.

[0018] Im folgenden ist das erfindungsgemäß ausgebildete Verfahren im Einsatz bei einer Trommelwaschmaschine beschrieben:

[0019] Die Figur 4 zeigt anhand einer Schemaskizze die für die Erfindung wesentlichen Teile bei einer solchen Waschmaschine. Sie besitzt einen Laugenbehälter (1), in dem eine Trommel (2) zur Aufnahme von Wäsche (3) drehbar gelagert ist. Der Antrieb der Trommel (2) erfolgt über einen Motor (4), die Kraftübertragung über einen Keilriemen (5). Dabei kann die Drehzahl des Motors in bekannter Weise durch einen in der Mikroprozessor-Steuerung (6) der Waschmaschine integrierten Motorregler (6a) programm- und zustandsabhängig eingestellt werden.

[0020] Der Laugenbehälter (1) ist an Federn (7) schwingend im Gehäuse (8) aufgehängt und wird zur

Dämpfung dieser Schwingungen im unteren Bereich durch Stoßdämpfer (9) gegenüber dem Gehäuseboden (10) abgestützt. Zur weiteren Dämpfung der Schwingungen sind am Laugenbehälter (1) Zusatzgewichte (11) angeordnet, so dass er beim Durchfahren des kritischen Drehzahlbereichs nicht am Gehäuse (8) anschlägt.

[0021] In die Trommelkappe (im vorderen Trommelbereich, nicht dargestellt) und eventuell zusätzlich in den Trommelboden (im hinteren Trommelbereich, nicht dargestellt) ist als Auswuchtsystem ein sogenannter Kugelauswuchter eingesetzt. In dessen Laufbahn (12) sind einzelne Kugeln (13) als Gewichte angeordnet und können sich in Umfangsrichtung der Trommel frei bewegen. Um die maximale Kompensation zu gewährleisten, muss jede Laufbahn (12) in dichtester Packung in einem vorgegebenen Winkelbereich mit Kugeln gefüllt werden. Durch Festlegen der Größe und Anzahl der Kugeln (13) kann eine Unwucht in der Größenordnung ihres Gesamtgewichts erzeugt und somit auch kompensiert werden. Bei einseitig gelagerten Waschmaschinentrommeln (2), ist ein Kugelauswuchter an der Trommelkappe ausreichend. Unwuchtmassen im hinteren Teil der Trommel (2) haben nur einen kleinen Hebel, im vorderen Teil der Trommel (2) einen großen Hebelarm. Die Unwuchtkräfte werden von der Trommel (2) über die Lager (nicht dargestellt) an die schwingende Einheit (Laugenbehälter (1), Federn (7), Stoßdämpfer (9)) weitergegeben. Bei einem großen Drehmoment der Trommel (2) wird die gesamte Belastung der schwingenden Einheit steigen. Die Belastung ist also auf das Drehmoment und damit auf das Produkt von Unwuchtmasse, Beschleunigung und Hebelarm zurückzuführen. Es ist daher ausreichend, die Unwuchtmassen mit dem großen Hebelarm in der vorderen Trommelhälfte auszuwuchten.

[0022] Damit bei horizontaler Rotationsachse die auf die Kugeln (13) wirkende Schwerkraft ab einer gewünschten Rotationsgeschwindigkeit überwunden wird und die Kugeln (13) von der Laufbahn (12) mitgenommen werden, ist diese mit einem viskosen Dämpfungsmittel (14) gefüllt, wobei vorteilhafterweise Öl verwendet wird. Ohne dieses Dämpfungsmittel (14) würden die Kugeln (13) lediglich der Rollreibung unterliegen und somit an der tiefsten Stelle der Laufbahn (12) abrollen, ohne ihre kompensatorische Wirkung zu entfalten. Es wird ein Öl mit sehr hoher Viskosität verwendet, so dass sichergestellt ist, dass die Kugeln (13) bereits bei Waschdrehzahlen um 50 min^{-1} mitgenommen werden. Sie erzeugen dann im unterkritischen Bereich eine mit der Trommel umlaufende Festunwucht B. Nach dem Durchgang durch den kritischen Drehzahlbereich verteilen sie sich, um die aus einer ungleichmäßigen Wäscheverteilung resultierende Wäscheunwucht B ganz oder mindestens teilweise zu kompensieren.

[0023] Ein Wegsensor (15), parallel zu einem Stoßdämpfer (9) angeordnet oder in diesem integriert, ermittelt die gewichtsabhängige Laugenbehälterabsenkung

und übermittelt ein entsprechendes Signal an eine in der Mikroprozessor-Steuerung (6) integrierte Rechnerschaltung (6b). Die auf die Unwuchten A und B bzw. auf die daraus resultierende Gesamtunwucht C wirkende Zentrifugalkraft überlagert sich vektoriell der Gewichtskraft, so dass das Gewichtssignal unwuchtabhängigen periodischen Schwankungen ausgesetzt ist, die zur Unwuchtermittlung durch die Rechnerschaltung (6b) herangezogen werden können. Anstelle des Wegsensors (14) kann beispielsweise ein aus der DE 195 22 393 bekannter Beschleunigungssensor zur Unwuchtsensierung verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ zu dieser Methode kann eine weitere Rechnerschaltung (6c) die Unwucht durch Auswertung der Schwankungen eines drehzahlabhängigen Signals (Motorstrom, Schlupf ...) oder der Drehzahl selbst (mit einem Tachogenerator (15)) ermitteln.

[0024] Eine in der Mikroprozessor-Steuerung integrierte Auswerteschaltung (6d) bereitet das während der Trommeldrehung gemessene Unwuchtsignal der Rechnerschaltung(en) (6b,c) derart auf, dass nur die Hüllkurve des Betrags des Unwuchtsignals ermittelt und zur weiteren Motorreglung ausgewertet wird (s. Figur 3).

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Auswuchten der Trommel einer Waschmaschine ist anhand eines Drehzahl-Zeit-Profiles in Figur 5 dargestellt und arbeitet folgendermaßen:

[0026] Nach dem Waschvorgang erfolgt zunächst ein Abpumpen der Lauge aus dem Laugenbehälter (1). Anschließend wird der Schleuderhochlauf gestartet. Er beginnt mit dem Anfahren einer Messdrehzahl n_{Mess1} oberhalb der Wäscheanlegedrehzahl n_A , jedoch unterhalb der niedrigsten Resonanzdrehzahl n_{R1} . Zur Vor-entwässerung der Wäsche und zur genaueren Unwuchtsensierung kann direkt nach dem Verteilen der Wäsche am Trommelmantel (2c) die Drehzahl für einen kurzen Moment auf eine Entwässerungsdrehzahl n_E erhöht werden, jedoch muss der Wert immer geringer als die niedrigste Resonanzdrehzahl n_{R1} sein. Die Drehzahl wird dann wieder auf die Messdrehzahl n_{Mess1} abgesenkt.

[0027] Nach dem erneuten Erreichen der Messdrehzahl n_{Mess1} erfolgt das Sensieren der Gesamtunwucht C durch die Rechnerschaltung(en) (6b,c). Aus dem Unwuchtsignal wertet die Auswerteschaltung die Hüllkurve des Signalbetrags aus, um im Schwebungsminimum den Resonanzdurchgang zu starten. Hierzu wird der Schleuderhochlauf fortgesetzt und die Trommel (2) auf eine Drehzahl oberhalb der Resonanzfrequenz n_{R1} beschleunigt.

[0028] Die Schwebungsfrequenz (s. Figur 2) lässt sich durch starke periodische Beschleunigungsimpulse verringern, so dass die Dauer bis zum Durchgang durch das Schwebungsminimum zeitlich verkürzt wird.

[0029] In einer verbesserten Erweiterung des Verfahrens wird ein Startzeitpunkt für den Schleuderhochlauf gewählt, der vor dem Erreichen des

Schwebungsminimums liegt. Da die Kugeln (13) durch den Schlupf bis zum Durchgang durch die Resonanzdrehzahlen weiterwandern und die Beschleunigung zur Schleuderdrehzahl selbst den Schlupf stark erhöht, kann so erreicht werden, dass zum Zeitpunkt des Durchfahrens der kritischen Drehzahl ein Minimum an Unwucht wirkt und damit die Auslenkung der schwingenden Einheit klein gehalten wird.

[0030] Hierzu wird das erste Minimum der Hüllkurve sensiert und dieser Wert abgespeichert. Dann wartet die Auswerteschaltung (6d) solange, bis die Gesamtunwucht eine vom ersten Minimum, von der Gesamtbelastung, von der Wäscheart und vom Hochlaufverfahren abhängige Schwelle, die größer als das zunächst sensierte Minimum ist, unterschreitet. Danach beginnt der eigentliche Schleuderhochlauf durch die Resonanzdrehzahlen n_{Ri} .

[0031] Eine schnellere Alternative hierzu ist die Berechnung eines Startzeitpunktes für den Schleuderhochlauf durch die Auswerteschaltung (6d), der vor dem ersten Schwebungsminimum liegt. Dieser Zeitpunkt ist abhängig vom Betriebspunkt (Lastzustand) der Waschmaschine und kann durch einen Algorithmus aus der Hüllkurve berechnet werden. Der optimale Punkt liegt im Bereich des Wendepunktes der Hüllkurve, in jedem Fall vor dem Erreichen des ersten Minimums.

[0032] Eine weitere Verbesserung besteht darin, Wäscheunwuchten hinsichtlich Größe und/oder Position bewusst zu erzeugen. Die bisher bekannten Verfahren zum Anlegen der Wäsche verfolgen das Ziel, dieselbe möglichst gleichmäßig am Trommelmantel (2c) zu positionieren. Da sowohl die Wäscheart als auch die Wäschemenge durch Sensierung unterschiedlicher Parameter (z. B. Saugzeiten, Laugenbehälterabsenkung, etc.) als bekannt vorausgesetzt werden kann, lässt sich durch einen Drehzahlimpuls eine zur Kompensationskapazität der Kugeln (13) korrespondierende Wäscheunwucht erzeugen. In diesem Fall wird im Schwebungsminimum nahezu die gesamte Wäscheunwucht durch das Kugelkonglomerat kompensiert. Durch die gezielte Positionierung der Wäscheunwucht zum Kugelkonglomerat kann die Zeit bis zum Auffinden des Minimums erheblich verkürzt werden.

[0033] Zwecks weiterer Optimierung lassen sich diese Algorithmen auch zwischen den einzelnen Resonanzbereichen n_{Ri} wiederholen. Durch die geschickte Wahl des Hochlaufprofils kann der zwischen einzelnen Resonanzfrequenzen n_{Ri} liegende Wuchtbereich n_{messi} ebenfalls für die weitere Unwuchtminimierung genutzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auswuchten eines Körpers, der durch einen geregelten Antrieb in Rotation versetzt wird, unter Verwendung einer Auswuchtvorrichtung, bestehend aus mindestens einer mit dem Körper umlaufenden, konzentrisch zu seiner Rotations-

achse angeordneten kreisringförmigen Laufbahn (12), innerhalb der Gewichte (13) frei beweglich angeordnet sind, und unter Verwendung einer Unwuchterkennungseinrichtung (6b,c), die die unwuchtbedingten Auslenkungen des aus dem Körper und der Auswuchteinrichtung bestehenden Systems während der Rotation und/oder dessen unwuchtbedingte Drehzahlschwankungen in ein Unwuchtsignal umwandelt, wobei das System in einem ersten Verfahrensschritt zur Unwuchterkennung mit einer Drehzahl unterhalb seiner kritischen Drehzahl oder unterhalb der kritischen Drehzahl seines Lagersystems gedreht wird und wobei die Auswuchteinrichtung derart beschaffen ist, dass die Gewichte (13) bei dieser Drehzahl von der (den) Laufbahn(en) (12) mitgenommen werden, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswerteschaltung (6d) die Hüllkurve des Betrags des Unwuchtsignals ermittelt und im Bereich ihres Minimums oder bei Unterschreiten eines Grenzwertes den Körper auf eine Drehzahl oberhalb seiner kritischen Drehzahl oder der kritischen Drehzahl seines Lagersystems beschleunigt.

2. Verfahren zum Auswuchten eines rotierenden Körpers nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteschaltung unter Berücksichtigung von Betriebsparametern einen Wert zum Starten der Beschleunigung auf eine Drehzahl oberhalb der kritischen Drehzahl des Körpers oder seines Lagersystems ermittelt, wobei der Wert vor dem Erreichen des ersten Minimums der Hüllkurve des Betrags des Unwuchtsignals liegt.
3. Verfahren zum Auswuchten eines rotierenden Körpers nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Antrieb wirkende Drehzahlstell- bzw. Regelungsmittel während einer vollständigen Umdrehung des Systems mindestens einen positiven oder negativen Beschleunigungsimpuls auf das System abgeben.
4. Verfahren zum Auswuchten eines rotierenden Körpers nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die positiven oder negativen Beschleunigungsimpulse periodisch auf das System einwirken.
5. Verfahren zum Auswuchten eines um eine annähernd horizontale Drehachse rotierenden Körpers nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch die Verwendung eines in der (den) Laufbahn(en) (12) angeordneten Mittels zur Erhöhung der Lauffreibung der Gewichte oder des

Strömungswiderstandes der Laufbahn(en).

6. Verfahren zum Auswuchten eines um eine annähernd horizontale Drehachse rotierenden Körpers nach Anspruch 5, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass das Mittel zur Erhöhung des Strömungswiderstandes der Laufbahn(en) (12) aus einem viskosen Dämpfungsmittel (14) besteht, dessen Viskosität derart beschaffen ist, dass die Gewichte (13) in 10
dem Drehzahlbereich, in dem die Unwuchterkennung erfolgt, mitgenommen werden.

7. Verfahren zum Auswuchten der Trommel (2) einer Trommelwaschmaschine nach mindestens einem 15
der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Unwuchterkennung oberhalb einer Drehzahl erfolgt, bei der die Wäsche durch Zentrifugalbeschleunigung am Trommelmantel (2c) anliegt 20
(Anlegedrehzahl).

8. Verfahren zum Auswuchten einer Trommel (2) nach Anspruch 7, 25
dadurch gekennzeichnet,
dass eine nach Größe und/oder Position vorgegebene Wäscheunwucht erzeugt wird.

30

35

40

45

50

55

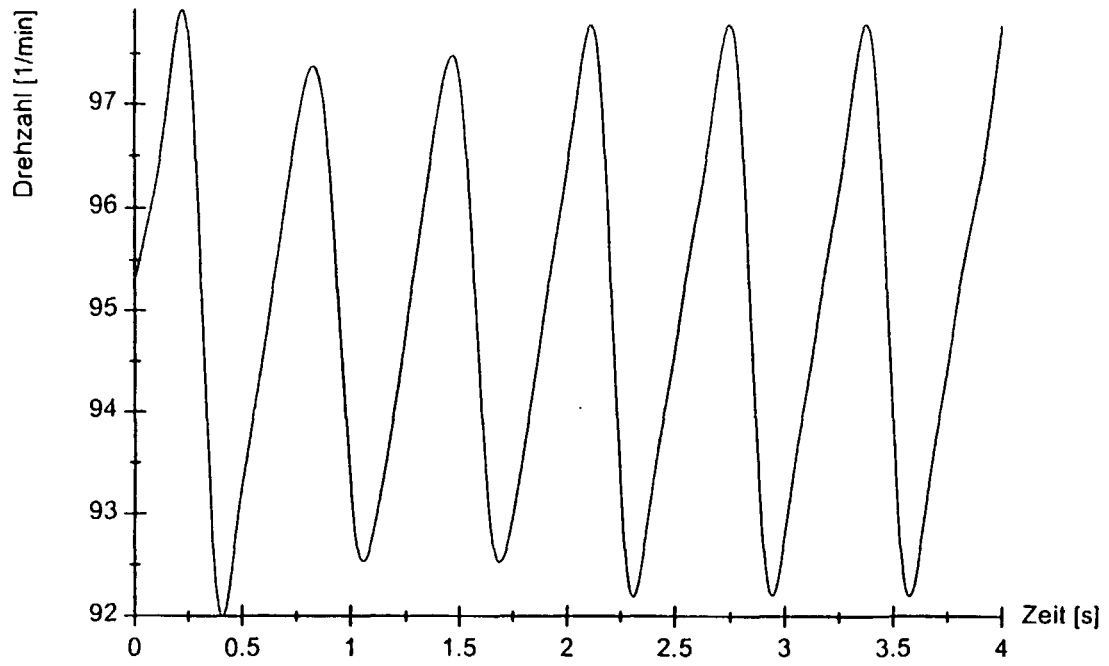


FIG.1

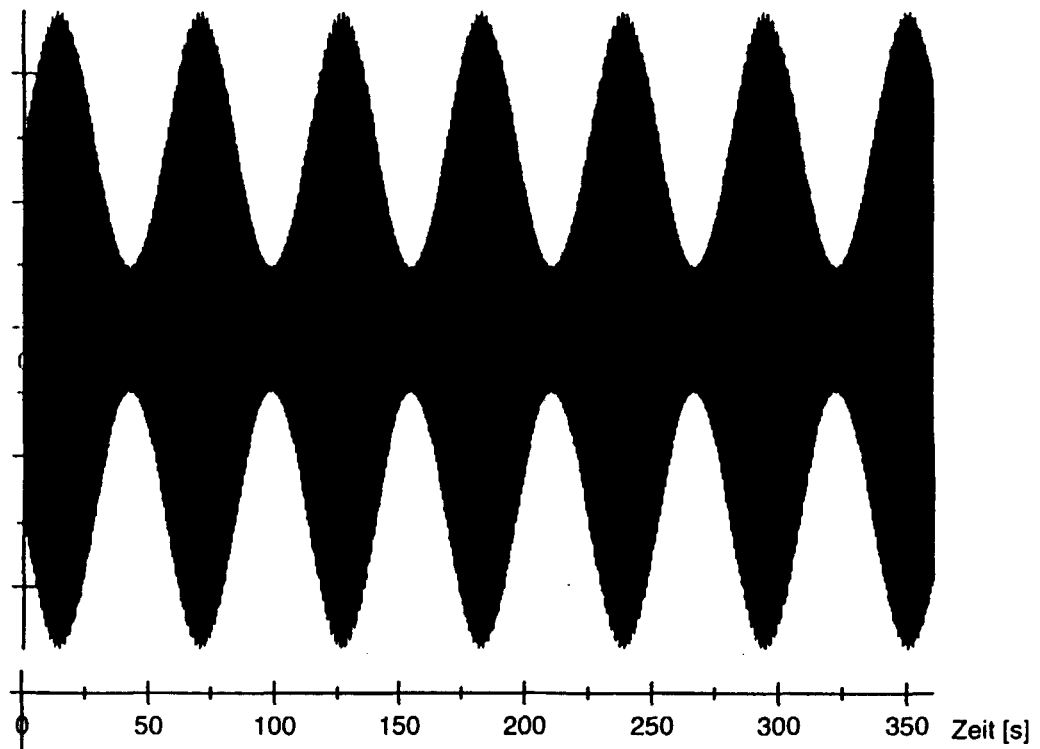


FIG.2

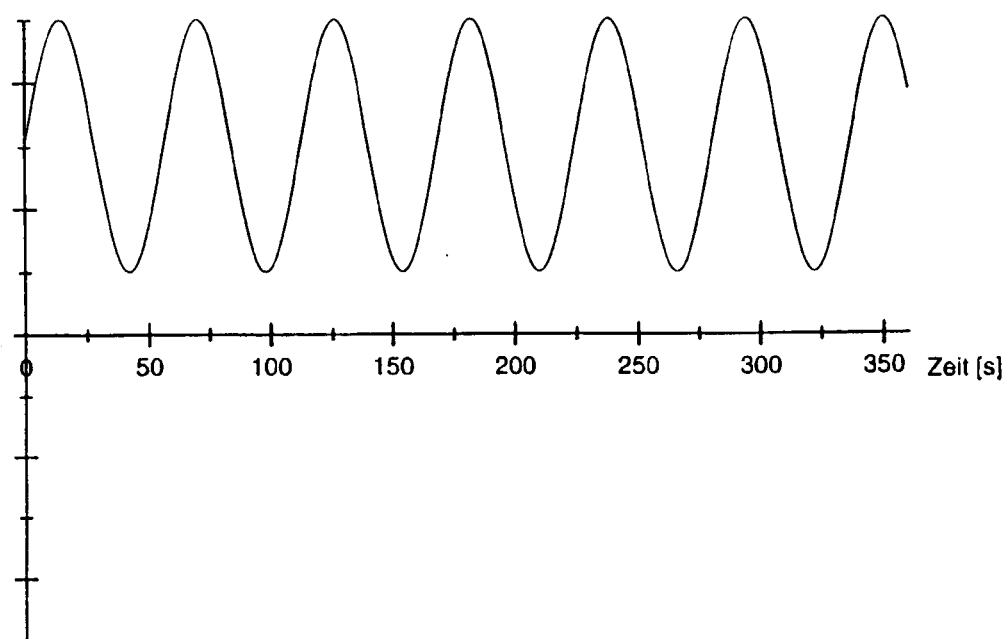


FIG. 3

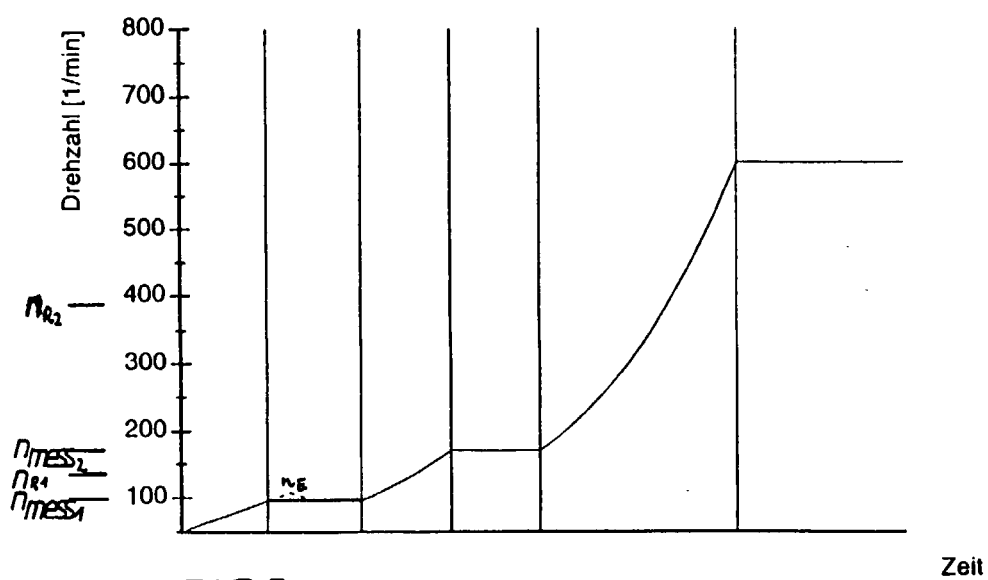


FIG. 5

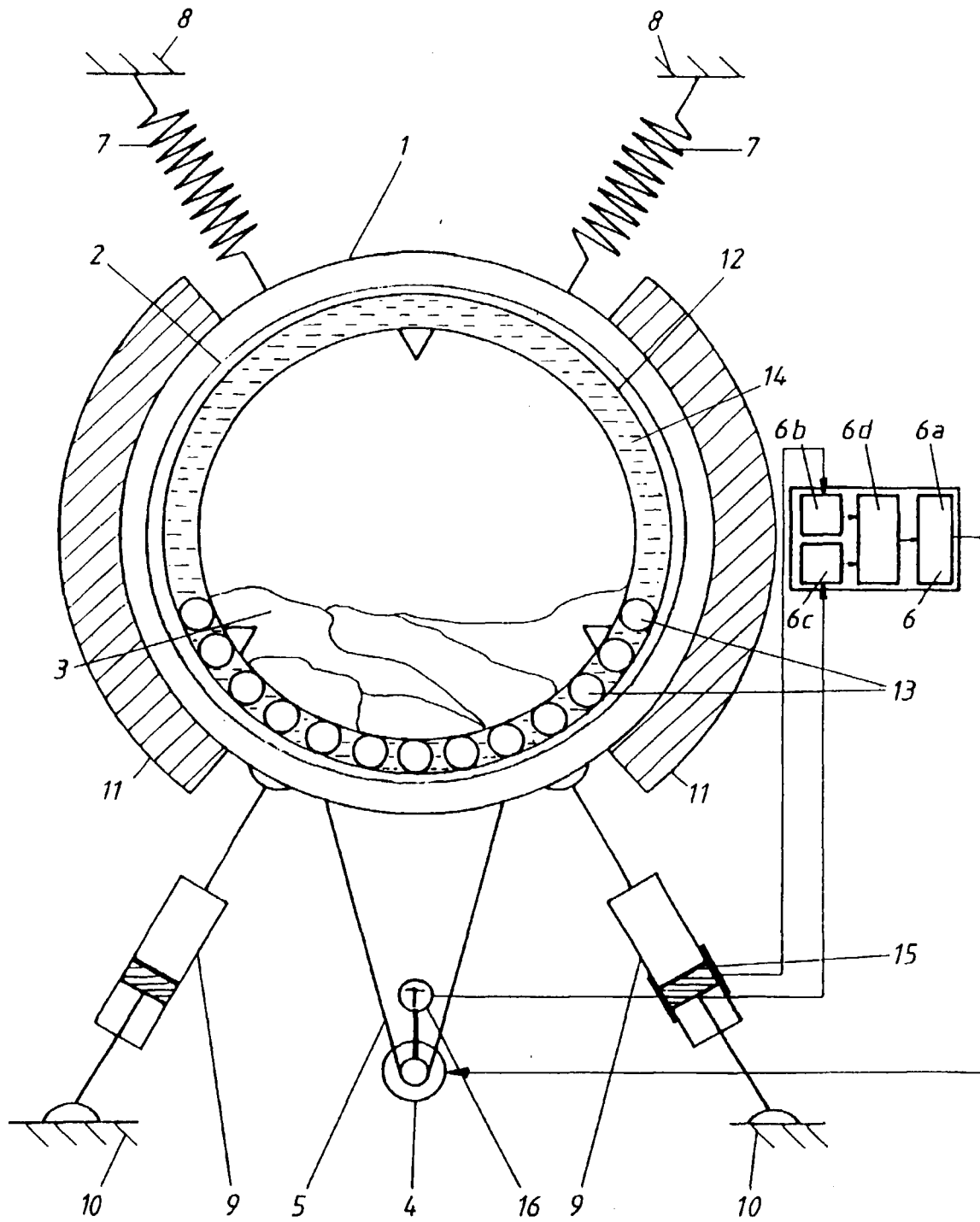


Fig.4