



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 447 469 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.08.2004 Patentblatt 2004/34**

(51) Int Cl.7: **D06F 39/00, D06F 33/02**

(21) Anmeldenummer: **04002620.5**

(22) Anmeldetag: **06.02.2004**

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

(72) Erfinder: **Weinmann, Martin**  
**88339 Bad Waldsee (DE)**

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**  
**c/o Diehl Stiftung & Co. KG**  
**Stephanstrasse 49**  
**90478 Nürnberg (DE)**

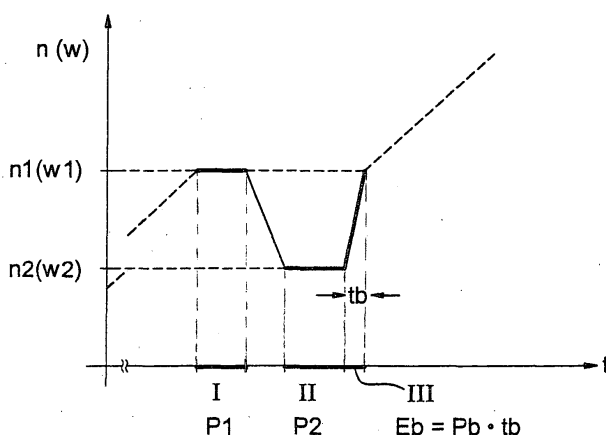
(30) Priorität: **12.02.2003 DE 10305675**

(71) Anmelder: **Diehl AKO Stiftung & Co. KG**  
**88239 Wangen (DE)**

(54) **Verfahren zum Bestimmen der Beladung der Trommel einer Wäschebehandlungsmaschine**

(57) Um höhere Schleuderdrehzahlen ohne konstruktive Gefährdung der Maschine realisieren zu können, ist zur beladungsabhängigen Drehzahlbegrenzung ein möglichst genauer Kennwert für die aktuelle Trommelbeladung erstrebenswert. Der wird erzielt, indem das Hochlaufen in eine Schleuderdrehzahl unterbrochen wird, um für die momentan erreichte Drehzahl ( $n_1$ ) und sodann für eine dagegen verringerte, also nicht zu weiterer Entwässerung der Wäsche in der Trommel führende weitere Drehzahl ( $n_2$ ) jeweils die elektrische Leistungsaufnahme ( $P_1$ ,  $P_2$ ) des Antriebsmotors zu messen; woraufhin noch der Energiebedarf ( $E_b$ ) und die Be-

schleunigungszeitspanne ( $t_b$ ) bis zum Wieder-Erreichen der höheren Drehzahl ( $n_1$ ) gemessen werden, aus der heraus dann die weitere Beschleunigung auf die Schleuderdrehzahl erfolgt. Die ist beladungsabhängig, nämlich nach Maßgabe des momentanen Massenträgheitsmomentes der Trommel zu begrenzen, welches seinerseits der Beschleunigungsenergie ( $E_b$ ) abzüglich der Reibenergie während der Beschleunigungsphase, gebildet aus dem Mittelwert der beiden bei konstanten Drehzahlen ( $n_1$ ,  $n_2$ ) gemessenen Reibleistungen ( $P_1$ ,  $P_2$ ) und der Beschleunigungszeitspanne ( $t_b$ ) als  $\frac{1}{2} (P_1 + P_2) \cdot t_b$ , proportional ist.



$$\frac{J}{2} w_1^2 = \frac{J}{2} w_2^2 + E_b - \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot t_b$$

$$J \sim E_b - (P_1 + P_2) \cdot t_b$$

EP 1 447 469 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches.

**[0002]** Ein derartiges Verfahren ist aus der eigenen DE 44 31 846 C2 bekannt. Darin ist ausgeführt, dass einerseits für bestimmte Waschgänge und insbesondere für das Trockenschleudern der in der Trommel einer Waschmaschine oder eine Wäscheschleuder enthaltenen Wäsche ein möglichst hochoptimaler elektromotorischer Antrieb wünschenswert ist, während andererseits die dann auf die mechanischen Komponenten der Maschine einwirkenden Kräfte, insbesondere unwuchtbedingt schwankende Zentrifugalkräfte, Schäden an der Maschine wie insbesondere an der Aufhängung und Lagerung der Trommel hervorrufen können. Deshalb ist es wünschenswert, die aktuelle Beladungssituation zu kennen, um den elektromotorischen Antrieb der Trommel auf eine darauf abgestimmt optimal hohe Trommeldrehzahl begrenzen zu können.

**[0003]** Dazu wird nach jener Vorveröffentlichung oberhalb der Anlagedrehzahl (bei der die Wäsche zentrifugalbedingt nicht mehr in der Trommel herumgewirbelt wird) ein dem Masseträgheitsmoment der mit der Wäsche beladenen Trommel etwa proportionaler Kennwert ermittelt, welcher seinerseits der Differenz der Drehmomente für eine konstante Trommeldrehzahl und für eine aktuelle Beschleunigung der Trommeldrehzahl proportional sowie der aktuellen Winkelbeschleunigung umgekehrt proportional ist. Das erbringt allerdings systembedingt einen ungenaueren Kennwert als Basisinformation für eine beladungsabhängige Motorsteuerung, weil die konstruktionsbedingte Maschinenreibung darin weniger berücksichtigt ist; aber vor allem, weil beim Ansteigen der Trommeldrehzahl über die in den Kennwert eingehende konstante Drehzahl hinaus die noch feuchte Wäsche zusätzlich entwässert wird, wodurch sich die wirksame Beladung der Trommel gegenüber der vorangegangenen Drehmomentenmessung mit konstanter Drehzahl zunehmend verringert.

**[0004]** In Erkenntnis dieser Gegebenheiten liegt vorliegender Erfindung die technische Problemstellung zugrunde, zwecks besserer Optimierungsmöglichkeit der Schleuderdrehzahl über das Erfassen der elektrischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors für die Trommelrotation eine genauere Aussage über die aktuelle Beladung der Wäschetrommel zu erzielen.

**[0005]** Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im Patentanspruch angegebene Merkmalskombination gelöst. Nach jener Lösung wird, wieder über die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors für die Rotation der Wäschetrommel, ein Maß für deren Masseträgheitsmoment und damit für deren aktuelle Beladung gewonnen, nun aber bei konstant bleibender Entwässerung; nämlich aus der Differenz einerseits des Mittelwertes der geräteereibungsbedingten Leistungsaufnahmen bei zwei verschiedenen (jeweils momentan konstant gehaltenen) Drehgeschwindigkeiten und an-

dererseits der Energieaufnahme während einer Beschleunigungsphase von der unteren zurück auf die höhere Drehzahl. Da diese drei Meß-Phasen mit der Phase der höheren Drehgeschwindigkeit der Trommel begonnen werden, bleibt auch über die folgenden beiden Meßphasen wegen ihrer niedrigeren Trommeldrehzahlen der zuvor erreichte Entwässerungszustand der Wäsche erhalten, so daß während keiner der Meßphasen mit unterschiedlichen Trommeldrehzahlen eine nennenswerte Veränderung der Beladung der Wäschetrommel infolge drehzahlabhängiger Entwässerung mehr eintritt.

**[0006]** Die Leistungsmessungen während der beiden unterschiedlichen konstanten Drehzahlen und über die zu messende Dauer der abschließenden Beschleunigungsphase erfolgen vorteilhaft in als solcher bekannter Weise durch Spannungs- und Strommessung am Gleichstromzwischenkreis für einen steuerbaren Frequenz- bzw. Spannungswandler zur Drehzahlbeeinflussung eines synchron oder asynchron arbeitenden Drehfeld-Wechselstrommotors oder eines Gleichstrom-Universalstrommotors als dem Trommelantrieb.

**[0007]** Es können nun also höhere Schleuderdrehzahlen ohne konstruktive Gefährdung der Maschine realisiert werden, da ein recht genauer Kennwert für die aktuelle Trommelbeladung zur beladungsabhängigen Drehzahlbegrenzung zur Verfügung steht; wofür der Kennwert erfindungsgemäß z.B. erzielt wird, indem ein programmgemäß aktuelles Hochlaufen in eine Schleuderdrehzahl vorübergehend unterbrochen wird, um für die momentan erreichte Drehzahl und sodann für eine dagegen verringerte, also nicht zu weiterer Entwässerung der Wäsche in der Trommel führende weitere Drehzahl jeweils die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors zu messen, woraufhin noch der Energiebedarf und die Beschleunigungszeitspanne bis zum Wieder-Erreichen der ersterwähnten, höheren Drehzahl gemessen werden, aus der heraus sodann ggf. die weitere Beschleunigung bis auf die Schleuderdrehzahl erfolgen kann. Diese ist konstruktionsbedingt, also abhängig vom Maschinentyp, beladungsabhängig zu begrenzen; nämlich nach Maßgabe des momentanen Massenträgheitsmomentes der Trommel, das seinerseits der Beschleunigungsenergie abzüglich der Reibenergie während der Beschleunigungsphase proportional ist. Diese Reibenergie wiederum bestimmt sich aus dem Mittelwert der beiden bei konstanten Drehzahlen gemessenen Reibleistungen und der Beschleunigungszeitspanne.

**[0008]** Zur näheren Erläuterung dieser erfindungsgemäßen Lösung und ihrer Anwendung ist in der Zeichnung ein stark abstrahierter Drehzahlverlauf über der Zeit für die drei Meß-Phasen I, II und III skizziert, deren Folge wie gesagt vorzugsweise in den jeweiligen (in der Zeichnung gestrichelt dargestellten) Hochlauf zum Trockenschleudern eingeschaltet wird, um aktuell die beladungsabhängig schon zulässige Trommeldrehzahl n für den gerade bevorstehenden Schleudergang zu be-

stimmen. Daraufhin folgt wieder der reguläre Betrieb der Maschine, also gewöhnlich (wie gestrichelt skizziert) eine Fortsetzung der bisherigen Beschleunigung bis zum Erreichen der momentan zulässigen höchsten Schleuderdrehzahl  $n$ . Die für die aktuelle Beladung höchstzulässige Schleuderdrehzahl bestimmt sich aus dem aktuellen Masseträgheitsmoment, zweckmäßigerweise unter Berücksichtigung der aktuellen Unwuchtigkeit der Trommelbeladung. Für letztere sind verschiedene Abschätzungsverfahren bekannt, die vorzugsweise in die Meß-Phase II implementiert werden. Die Bestimmung des Masseträgheitsmomentes erfolgt dann im Anschluß an die Meß-Phase III.

**[0009]** Da der Grad der Entwässerung der Wäsche in der Trommel durch die in den drei aufeinanderfolgenden Meßphasen I, II, III auftretende höchste Drehzahl  $n_1$  gegeben ist, während bei dagegen abgesenkter Drehzahl  $n_2$  dann praktisch kein Ausschleudern von Feuchtigkeit mehr auftritt, erfolgen zur Bestimmung eines Proportionalitätsfaktors für die maximal zulässige Winkelgeschwindigkeit der Trommel die Messungen mit der aktuellen Masseträgheit ihrer Beladung ohne Verfälschung durch eine Verringerung der rotierenden Masse infolge etwa unterdessen, während der Messung, eintretender weiterer Entwässerung.

**[0010]** Um jenen Proportionalitätsfaktor für die aktuelle Trommelbeladung und deshalb auch für die maximal zulässiger Trommeldrehzahl zu ermitteln, wird während des Betriebes der Maschine ihr Antrieb der Wäschetrommel bei Erreichen einer ersten Drehzahl  $n_1$  vorübergehend konstant gehalten (Phase I im Drehzahl-Zeit-Diagramm der Zeichnung). Die währenddessen aufgenommene elektrische Antriebsleistung  $P_1$  ist konstruktiv bedingt, insbesondere der mechanischen Reibleistung der Trommellagerung proportional. Für die darauf folgende Meß-Phase II wird der elektrische Trommelantrieb zunächst auf eine gegenüber der Phase I niedrigere Drehzahl  $n_2$  der Wäschetrommel abgebremst oder auslaufen gelassen, die dann ihrerseits während der Strommeß-Phase II konstant gehalten wird, um erneut, nun für diese niedrigere Drehzahl  $n_2$ , über die elektrische Leistungsaufnahme  $P_2$  des Antriebsmotors für die Trommel deren nun konstruktiv bestimmten Leistungsbedarf zu bestimmen. Hieran schließt sich als Meß-Phase III eine konstante und möglichst starke Beschleunigung der Wäschetrommel von der momentanen Drehzahl  $n_2$  auf den vorherigen Wert der Drehzahl  $n_1$  an, über deren Beschleunigungszeitdauer  $t_b$  die Energieaufnahme  $E_b$  als Integral der Leistung  $P_b$  und Zeit  $t_b$  ermittelt wird.

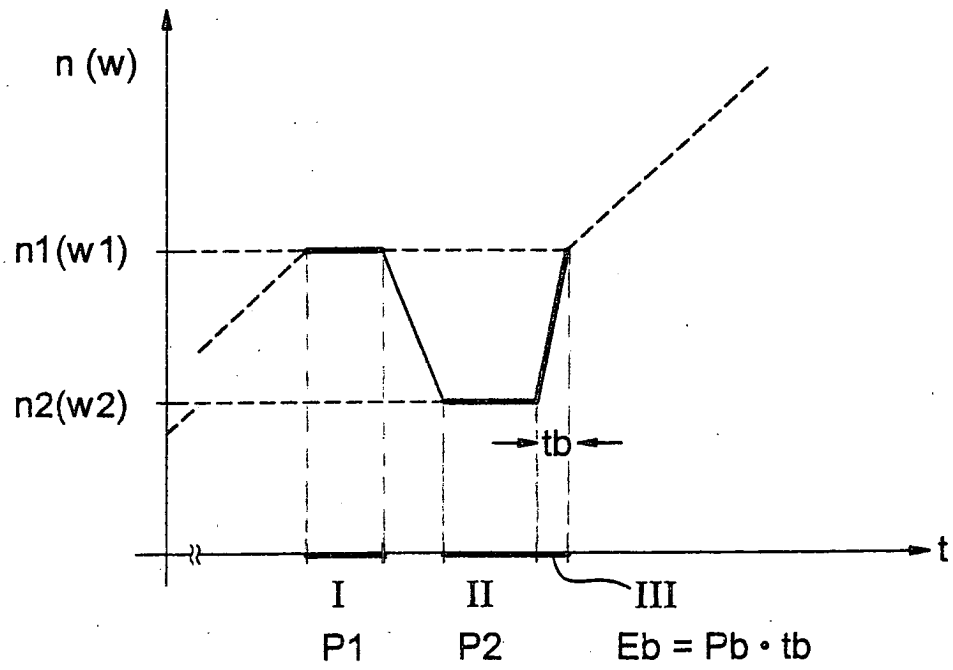
**[0011]** Wie unter dem Diagramm der Zeichnung formelmäßig angegeben, ist die potentielle Energie bei der höheren Drehzahl  $n_1$  (als Produkt aus Masseträgheitsmoment und Winkelgeschwindigkeit) proportional der Summe aus der potentiellen Energie bei der niedrigeren Drehzahl  $n_2$  und der Energieaufnahme  $E_b$  während der Beschleunigungsphase III abzüglich der konstruktiv bedingten Reibungsenergie während der Beschleuni-

gungsphase, also dem Produkt aus dem Mittelwert der beiden gemessenen Reibleistungen  $P_1$ ,  $P_2$  und der Dauer  $t_b$  der Beschleunigungsphase III. Daraus ergibt sich durch Umrechnung als Kennwert, nämlich als maschinenabhängiger Proportionalitätsfaktor für die aktuell zulässige Schleuderdrehzahl, das aktuelle Masseträgheitsmoment als proportional zur Differenz aus einerseits der erwähnten Energieaufnahme  $E_b$  während der Phase III und andererseits dem Produkt aus dem Mittelwert der beiden Reibleistungen  $P_1$ ,  $P_2$  und der Beschleunigungsdauer  $t_b$  der Phase III; wobei in der Formeldarstellung berücksichtigt ist, daß der Mittelwert beider Leistungsgrößen die halbe Leistungssumme ist, so daß für den Proportionalitätsfaktor direkt die gemessene Leistungssumme angesetzt werden kann.

**[0012]** Da also in diesen Proportionalitätsfaktor abgesehen von der Ermittlung der Zeitdauer der Phase III lediglich elektrische Leistungsmessungen eingehen, die im Gleichstromzwischenkreis als Strom- und Spannungsmessungen leicht und genau durchführbar sind, ergibt das erfindungsgemäße Vorgehen einen reproduzierbaren Kennwert für die aktuelle Trommelbeladung und somit abhängig von konstruktiven Maschinendaten für eine diesbezüglich optimierte Geschwindigkeitsbegrenzung beim Beschleunigen der Wäschetrommel auf eine möglichst hohe Schleuderdrehzahl.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Beladung der Trommel einer Wäschebehandlungsmaschine durch Ermitteln des Massenträgheitsmomente der mit Wäsche beladenen Trommel aus der elektrischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors für die bei verschiedenen Drehzahlen oberhalb der Anlagendrehzahl rotierenden Trommel,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die aufgenommene elektrische Leistung des Motors bei einer ersten konstanten und dann bei einer zweiten, dagegen niedrigeren konstanten Drehzahl sowie hieran anschließend während einer Beschleunigungsphase gemessen wird, während welcher die Drehzahl wieder bis auf die erste konstante Drehzahl ansteigt, mit Bilden der Differenz aus der Energieaufnahme während der Beschleunigungsphase ( $E_b$ ) einerseits und andererseits dem Produkt der Beschleunigungszeit ( $t_b$ ) mit dem Mittelwert aus den beiden bei konstanten Drehzahlen mit konstanter Vorentwässerung gemessenen Reibleistungen ( $P_1$ ,  $P_2$ ) der Trommeldrehung.



$$\frac{J}{2} w_1^2 = \frac{J}{2} w_2^2 + E_b - \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot t_b$$

$$J \sim E_b - (P_1 + P_2) \cdot t_b$$