



(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 478 566 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
25.09.1996 Patentblatt 1996/39

(51) Int. Cl.⁶: **B02C 17/16**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
05.01.1994 Patentblatt 1994/01

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE90/00348

(21) Anmeldenummer: **90906898.3**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 90/15665 (27.12.1990 Gazette 1990/29)

(22) Anmeldetag: **14.05.1990**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REGELUNG DER DREHZahl BEI RÜHRWERKS KUGELMÜHLEN

PROCESS AND DEVICE FOR CONTROLLING THE ROTATION SPEED IN AGITATING BALL MILLS

PROCEDE ET DISPOSITIF DE REGLAGE DE LA VITESSE DE ROTATION DE BROYEURS-AGITATEURS A BOULES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI LU NL SE

(72) Erfinder: **GETZMANN, Hermann**
D-51580 Reichshof (DE)

(30) Priorität: **21.06.1989 DE 3920273**

(74) Vertreter: **Stachow, E.-W., Prof. Dr. et al**
Frankenforster Strasse 135-137
51427 Bergisch Gladbach (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.04.1992 Patentblatt 1992/15

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 932 783 **DE-A- 3 038 794**
DE-A- 3 126 552 **DE-A- 3 623 833**
DE-C- 3 614 980 **GB-A- 2 091 129**

(73) Patentinhaber: **GETZMANN, Hermann**
D-51580 Reichshof (DE)

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prozeßkontrolle bei Rührwerkskugelmühlen, die eine Mahlkammer mit darin enthaltenen Mahlkugeln, einen in der Mahlkammer angeordneten, drehbar gelagerten Rührwerkskörper und einen Antrieb für den Rührwerkskörper aufweisen, wobei die Drehzahl n des Rührwerkskörpers gemessen wird (Siehe DE 36 14 980 C1).

Rührwerkskugelmühlen werden z.B. zum Einarbeiten von Feststoffpulvern in flüssige Medien (dispergieren) sowie zur Naßmahlung von festen Stoffen verwendet.

Üblicherweise laufen diese Rührwerkskugelmühlen entweder mit einer fest eingestellten Drehzahl oder aber mit einer veränderlichen Drehzahl, wobei diese an einem entsprechenden Meßinstrument angezeigt wird.

Das Drehmoment der Rührwelle ist sowohl von inneren Parametern der Rührwerkskugelmühle als auch von der Beschaffenheit des in der Mahlkammer befindlichen Mahlgutes abhängig. Bei den bekannten Rührwerkskugelmühlen kommt es daher zu Änderungen des Drehmomentes der Rührwelle. Bei hohen Drehmomenten besteht die Gefahr der Überlastung des Antriebsmotors für die Rührwelle.

Der Dispergier- bzw. Zerkleinerungserfolg beim Betreiben einer Rührwerkskugelmühle ist von dem Betrag der mechanischen Rührleistung P abhängig. P bestimmt sich aus der Drehzahl n und dem Drehmoment M der Rührwelle nach der folgenden Gleichung

$$P = 2\pi \cdot n \cdot M$$

mit

$$\pi = 3,141\dots$$

Bei den bekannten Rührwerkskugelmühlen ist selbst bei konstantem n aufgrund der Änderungen von M die Rührleistung Änderungen unterworfen, so daß die Ergebnisse des Dispergier- bzw. Zerkleinerungsprozesses nicht gleichbleibend sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das bei Rührwerkskugelmühlen eine bessere Prozeßkontrolle gewährleistet, sowie darin, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Verfahren der eingangs genannten Art das Drehmoment M des Rührwerkskörpers gemessen wird und die Drehzahl n so geregelt wird, daß die mechanische Rührleistung P, die nach der Beziehung

$$P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141 \dots)$$

ermittelt wird, oder daß in einer alternativen Lösung die Drehzahl n so geregelt wird, daß das Drehmoment M einen vorgegebenen Sollwert erfüllt.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Verfahren kann durch Regelung der Drehzahl n das Drehmoment M oder die mechanische Rührleistung P konstant gehalten werden. Dies ermöglicht eine gegenüber herkömmlichen Rührwerkskugelmühlen entscheidend verbesserte Prozeßkontrolle.

Die Erfindung kann auf vertikal oder horizontal betreibbare Rührwerkskugelmühlen mit kontinuierlichem oder diskontinuierlichem Betrieb angewendet werden. Sie ist bei Rührwerkskugelmühlen sowohl für den Gebrauch im Labor als auch für die Produktion vorteilhaft.

Die Drehzahl n kann entweder durch bekannte mechanische oder induktive Verfahren gemessen werden.

Das Drehmoment M kann, wie ebenfalls bekannt, z.B. durch Dehn-Meßstreifen, durch Nutzung von Schraubmeßwellen, durch Wirbelstromverfahren, durch Bestimmung eines Reaktionsdrehmomentes oder aber durch Messung der Stromaufnahme eines Elektromotors unter Berücksichtigung der Motorkennlinie bestimmt werden. Das letztgenannte Verfahren ist insbesondere bei Verwendung eines Scheibenläufermotors als Antrieb des Rührwerkskörpers von Vorteil.

Es ist zwar schon bekannt, bei Rührwerkskugelmühlen die Stromaufnahme des Antriebsmotors zu registrieren und anzuzeigen. Damit soll aber eine Überlastung des Motors bei zu hohem Drehmoment auf die Rührwelle vorzeitig erkannt werden.

Zur Bestimmung der mechanischen Rührleistung aus den gemessenen Werten für die Drehzahl n und das Drehmoment M werden vorzugsweise die Meßdaten in eine Recheneinheit gegeben. Diese errechnet den Wert für die mechanische Rührleistung P aufgrund der oben angegebenen Gleichung. Die Werte werden mit dem vorgegebenen Sollwert für M oder P verglichen. Die Drehzahl n wird dann durch einen von dem Vergleichsergebnis abhängigen Steuerimpuls über eine Reglereinheit geregelt.

Die gemessenen bzw. errechneten Werte für eine oder mehrere der Größen n, M und P und gegebenenfalls der vorgegebene Sollwert können zur Dokumentation und/oder Weiterverarbeitung gespeichert werden. Sie können als Analogsignale oder in digitalisierter Form durch einen externen Rechner bzw. einen x/t-Schreiber verfügbar gemacht werden. Der Rechner kann auch in Verbindung mit einer entsprechenden Peripherie Prozeßkontrollaufgaben als Steuereinrichtung übernehmen.

Die Werte werden zweckmäßigerweise angezeigt, um eine Kontrolle der gemessenen bzw. errechneten Größen n, M und P und des Regelvorgangs zu ermöglichen.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist Meßeinrichtungen zur Messung der Drehzahl n und des Drehmoments M des Rührwerkskörpers der Rührwerkskugelmühle und eine Steuereinrichtung auf, mit der die Drehzahl n so regelbar ist, daß das Drehmoment M oder die mechanische

Rührleistung P nach der oben angegebenen Gleichung vorgegebene Sollwerte erfüllen.

In einer bevorzugten Ausführung einer solchen Vorrichtung sind in die Steuereinrichtung die Sollwerte für die Größen M und P eingebbar. Die Steuereinrichtung ist mit den Meßeinrichtungen zur Übertragung der Meßdaten und mit dem Antrieb des Rührwerkskörpers zur Regelung der Drehzahl n verbunden.

Die Steuereinrichtung kann elektronische Bausteine zur Bestimmung der mechanischen Rührleistung P in Abhängigkeit von den Meßwerten für die Größen n und M und ein elektronisches Regelteil zur Regelung der Drehzahl n aufweisen.

Die Steuereinrichtung kann andererseits einen externen Rechner zur Bestimmung der mechanischen Rührleistung P in Abhängigkeit von den Meßwerten für die Größen n und M und einen Drehzahlgeber zur Regelung der Drehzahl n umfassen.

Weiterhin kann die Steuereinrichtung einen Speicher aufweisen, in den die gemessenen bzw. errechneten Werte für eine oder mehrere der Größen n, M und P und/oder der vorgegebene Sollwert zur Dokumentation und/oder Weiterverarbeitung einspeicherbar sind.

Die Steuereinrichtung kann auch eine Anzeigevorrichtung aufweisen, mit der die erwähnten Werte auf einer Zeigerskala oder digital darstellbar sind.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung dargestellt.

Die Zeichnung zeigt eine Prinzipskizze für die Regelung der Drehzahl bei einer Rührwerkskugelmühle.

Die Rührwerkskugelmühle 1 besteht, wie in der Zeichnung zum Teil im Schnitt dargestellt ist, aus einer Mahlkammer 2 mit darin enthaltenen Mahlkugeln 3, einem in der Mahlkammer 2 angeordneten, drehbar gelagerten Rührwerkskörper 4 und einem Elektromotor 5 zum Antrieb des Rührwerkskörpers.

An der Rührwelle 6 des Rührwerkskörpers 4 befinden sich eine Meßeinrichtung 7 für die Drehzahl n und eine Meßeinrichtung 8 für das Drehmoment M. Die Meßeinrichtung 7 kann z.B. induktiv die Drehzahl n bestimmen. In der Meßeinrichtung 8 kann das Drehmoment M z.B. durch die Stromaufnahme eines Elektromotors gemessen werden.

Die Meßdaten für die Größen n und M werden, in der Zeichnung durch Pfeile dargestellt, von den Meßeinrichtungen 7 und 8 auf eine Steuereinrichtung 9 übertragen.

In der Steuereinrichtung 9 werden die Meßwerte für die Größen n und M gespeichert. In einer in der Zeichnung nicht dargestellten Recheneinheit der Steuereinrichtung 9 wird aus den Meßwerten für die Größen n und M aufgrund der Gleichung

$$P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141\dots)$$

der Wert für die mechanische Rührleistung P ermittelt.

In die Steuereinrichtung 9 sind, wie in der Zeichnung durch Pfeile dargestellt, Sollwerte für die Größen

M oder P eingebbar. Der eingegebene Sollwert wird ebenfalls in der Steuereinrichtung 9 gespeichert. Die gemessenen Werte werden mit dem eingegebenen Sollwert verglichen.

5 Durch einen vom Vergleichsergebnis abhängigen Steuerimpuls wird die Drehzahl n durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Reglereinheit geregelt. Die Drehzahlregelung ist in der Zeichnung schematisch durch einen Pfeil illustriert.

10 Die Steuereinrichtung weist ferner ebenfalls in der Zeichnung nicht dargestellte Zeigerskalen zur Anzeige der Werte für die Größen n, M und P auf. Die Zeigerskalen sind zweckmäßigerweise nebeneinander wie die Größen P, n und M in der oben angegebenen Gleichung angeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prozeßkontrolle bei Rührwerkskugelmühlen, die eine Mahlkammer mit darin enthaltenen Mahlkugeln, einen in der Mahlkammer angeordneten, drehbar gelagerten Rührwerkskörper und einen Antrieb für den Rührwerkskörper aufweisen, wobei die Drehzahl n des Rührwerkskörpers gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Drehmoment M des Rührwerkskörpers gemessen wird und die Drehzahl n so geregelt wird, daß die mechanische Rührleistung P, die nach der Beziehung

$$P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141\dots)$$

ermittelt wird, einen vorgegebenen Sollwert erfüllt.

2. Verfahren zur Prozeßkontrolle bei Rührwerkskugelmühlen, die eine Mahlkammer mit darin enthaltenen Mahlkugeln, einen in der Mahlkammer angeordneten, drehbar gelagerten Rührwerkskörper und einen Antrieb für den Rührwerkskörper aufweisen, wobei die Drehzahl n des Rührwerkskörpers gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Drehmoment M des Rührwerkskörpers gemessen wird und die Drehzahl n so geregelt wird, daß das Drehmoment M einen vorgegebenen Sollwert erfüllt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßdaten für die Drehzahl n und das Drehmoment M in eine Recheneinheit gegeben werden, die die mechanische Rührleistung P bestimmt und diese Werte mit dem vorgegebenen Sollwert vergleicht, und daß die Drehzahl n durch einen vom Vergleichsergebnis abhängigen Steuerimpuls über eine Reglereinheit geregelt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gemessenen bzw. errechneten Werte für eine oder mehrere der

Größen n, M und P und/oder der vorgegebene Sollwert zur Dokumentation und/oder Weiterverarbeitung gespeichert werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gemessenen bzw. errechneten Werte für eine oder mehrere der Größen n, M oder P und/oder der vorgegebene Sollwert angezeigt werden. 5
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Meßeinrichtungen (7, 8) zur Messung der Drehzahl n und des Drehmomentes M des Rührwerkskörpers (4) der Rührwerkskugelmühle (1) und eine Steuereinrichtung (9), mit der die Drehzahl n so regelbar ist, daß die mechanische Rührleistung P, die nach der Beziehung
15. $P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141\dots)$ 20
- ermittelt wird, einen vorgegebenen Sollwert erfüllt.
25. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Steuereinrichtung (9) die Sollwerte für die Größen M und P eingebbar sind und daß die Steuereinrichtung (9) mit den Meßeinrichtungen (7, 8) für die Messung der Drehzahl n und des Drehmoments M zur Übertragung der Meßdaten und mit dem Antrieb (5) des Rührwerkskörpers (4) zur Regelung der Drehzahl n verbunden ist. 30
35. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (9) elektronische Bauteile zur Bestimmung der mechanischen Rührleistung P in Abhängigkeit von den Meßwerten für die Größen n und M und ein elektronisches Regelteil zur Regelung der Drehzahl n aufweist.
40. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (9) einen externen Rechner zur Bestimmung der mechanischen Rührleistung P in Abhängigkeit von den Meßwerten für die Größen n und M und einen Drehzahlgeber zur Regelung der Drehzahl n aufweist. 45
45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung einen Speicher aufweist, in den die gemessenen bzw. errechneten Werte für eine oder mehrere der Größen n, M und P und/oder der vorgegebene Sollwert eingebbar sind. 50
55. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung eine Anzeigevorrichtung aufweist, mit der die gemessenen bzw. errechneten Werte für eine oder

mehrere der Größen n, M oder P und/oder der vorgegebene Sollwert anzeigbar sind.

Claims

1. Method of process checking in the case of agitator ball mills which comprise a grinding chamber containing grinding balls, an agitator body, which is disposed in the grinding chamber and which is rotatably mounted, and a drive for the agitator body, the rotational speed n of the agitator body being measured, characterised in that the torque M of the agitator body is measured and the rotational speed n is regulated in such a manner that the mechanical agitation output P, which is determined by the equation
$$P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141\dots),$$
satisfies a predetermined nominal value.
2. Method of process checking in the case of agitator ball mills which comprise a grinding chamber containing grinding balls, an agitator body, which is disposed in the grinding chamber and is rotatably mounted, and a drive for the agitator body, the rotational speed n of the agitator body being measured, characterised in that the torque M of the agitator body is measured and the rotational speed n is regulated in such a manner that the torque M satisfies a predetermined nominal value.
3. Method according to Claim 1 or Claim 2, characterised in that the measurement data for the rotational speed n and the torque M are input into a computer unit which determines the mechanical agitation output P and compares these values with the predetermined nominal value; and in that the rotational speed n is regulated via a regulating unit by a control pulse dependent on the result of the comparison.
4. Method according to any one of Claims 1 to 3, characterised in that the measured or calculated values for one or a plurality of the quantities n , M and P and/or the predetermined nominal value is stored for documentation and/or further processing.
5. Method according to any one of Claims 1 to 4, characterised in that the measured or calculated values for one or a plurality of the quantities n , M or P and/or the predetermined nominal value is displayed.
6. Apparatus for performing the method according to Claim 1, characterised by measuring devices (7, 8) for measuring the rotational speed n and the torque M of the agitator body (4) of the agitator ball mill (1) and a control device (9) by means of which the rota-

tional speed n can be regulated in such a way that the agitator output, which is determined according to the equation

$$P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141...),$$

satisfies a predetermined nominal value.

7. Apparatus according to Claim 6, characterised in that the nominal values for the quantities M and P can be input into the control device (9); and in that the control device (9) is connected to the measuring devices (7, 8) for measuring the rotational speed n and the torque M for transmitting the measurement data, and to the drive (5) of the agitator body (4) for regulating the rotational speed n .
8. Apparatus according to Claim 7, characterised in that the control device (9) comprises electronic components for determining the mechanical agitator output P as a function of the measured values for the quantities n and M and an electronic regulator part for regulating the rotational speed n .
9. Apparatus according to Claim 7, characterised in that the control device (9) comprises an external computer for determining the mechanical agitator output P as a function of the measured values for the quantities n and M and a rotational speed emitter for regulating the rotational speed n .
10. Apparatus according to any one of Claims 7 to 9, characterised in that the control device comprises a memory into which the measured or calculated values for one or more of the quantities n , M and P and/or the predetermined nominal value can be input.
11. Apparatus according to any one of Claims 7 to 10, characterised in that the control device comprises a display apparatus by means of which the measured or calculated values for one or more of the quantities n , M or P and/or the predetermined nominal value can be displayed.

Revendications

1. Procédé pour le contrôle du fonctionnement de broyeurs à boulets à agitateur que présentent une chambre de broyage contenant des boulets de broyage, un corps agitateur monté à rotation, disposé dans la chambre de broyage, et un mécanisme d'entraînement pour le corps agitateur, la vitesse de rotation n du corps agitateur étant mesurée, caractérisé en ce que le moment M du couple de rotation du corps agitateur est mesuré et la vitesse de rotation n est réglée de telle sorte que la puissance mécanique d'agitation P, qui est déterminée suivant la relation

$$P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141...),$$

satisfasse à une valeur prescrite prédéfinie.

5. Procédé pour le contrôle du fonctionnement de broyeurs à boulets à agitateur qui présentent une chambre de broyage contenant des boulets de broyage, un corps agitateur monté à rotation, disposé dans la chambre de broyage, et un mécanisme d'entraînement pour le corps agitateur, la vitesse de rotation n du corps agitateur étant mesurée, caractérisé en ce que le moment M du couple de rotation du corps agitateur est mesuré et la vitesse de rotation n est réglée de telle sorte que le moment M satisfasse à une valeur prescrite prédéfinie.
10. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les données de mesure concernant la vitesse de rotation n et le moment M sont introduites dans une unité de calcul qui détermine la puissance mécanique d'agitation P et compare cette valeur à la valeur prescrite prédéfinie, et en ce que la vitesse de rotation n est réglée par une impulsion de commande dépendant du résultat de la comparaison, au moyen d'une unité de réglage.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les valeurs mesurées ou calculées pour l'une ou plusieurs des grandeurs n , M et P et/ou la valeur prescrite prédéfinie sont mémorisées à des fins de documentation et/ou de traitement ultérieur.
20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les valeurs mesurées ou calculées pour l'une ou plusieurs des grandeurs n , M et P et/ou la valeur prescrite prédéfinie sont affichées.
25. Dispositif pour l'exécution du procédé selon la revendication 1, caractérisé par des appareillages de mesure (7, 8) pour la mesure de la vitesse de rotation n et du moment M du couple de rotation du corps agitateur (4) du broyeur à boulets à agitateur (1), et par un système de commande (9) au moyen duquel la vitesse de rotation n est réglable de telle sorte que la puissance mécanique d'agitation P, qui est déterminée suivant la relation
30. $P = 2\pi \cdot n \cdot M (\pi = 3,141...),$
35. satisfasse à une valeur prescrite prédéfinie.
40. 6. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les valeurs prescrites pour les grandeurs M et P peuvent être introduites dans le système de commande (9) et en ce que le système de commande (9) est relié aux appareillages de mesure (7,
45. 50. 55. 50. 55.

8) pour la mesure de la vitesse de rotation n et du moment M, en vue de la transmission des données de mesure, et au mécanisme d'entraînement (5) du corps agitateur (4) en vue du réglage de la vitesse de rotation n.

5

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le système de commande (9) comporte des composants électroniques pour la détermination de la puissance mécanique d'agitation P en fonction des valeurs de mesure concernant les grandeurs n et M, ainsi qu'une partie de réglage électronique pour le réglage de la vitesse de rotation n. 10
9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le système de commande (9) comporte un ordinateur externe pour la détermination de la puissance mécanique d'agitation P en fonction des valeurs de mesure concernant les grandeurs n et M, ainsi qu'un transmetteur de vitesse pour le réglage de la vitesse de rotation n. 15
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le système de commande comporte une mémoire dans laquelle peuvent être introduites les valeurs mesurées ou calculées pour l'une ou plusieurs des grandeurs n, M et P et/ou la valeur prescrite prédefinie. 20 25
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le système de commande comporte un dispositif indicateur au moyen duquel les valeurs mesurées ou calculées pour l'une ou plusieurs des grandeurs n, M et P et/ou la valeur prescrite prédefinie peuvent être affichées. 30 35

40

45

50

55

