

(19)



(11)

EP 3 269 453 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.01.2018 Patentblatt 2018/03

(51) Int Cl.:
B02C 17/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16179745.1**

(22) Anmeldetag: **15.07.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Karadeniz, Adem**
91058 Erlangen (DE)
• **Smits, Stefan**
91334 Hemhofen (DE)
• **Tischler, Kurt**
91052 Erlangen (DE)

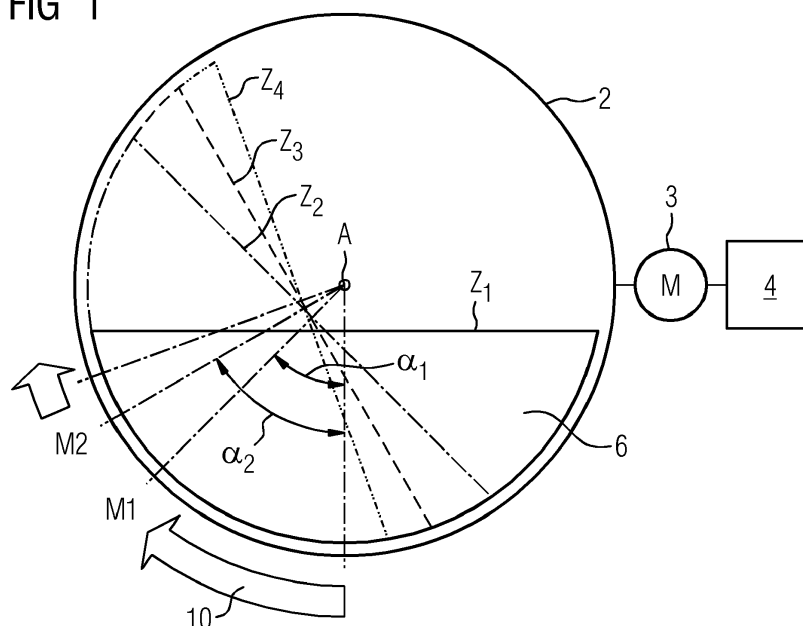
(54) VERFAHREN ZUM ANFAHREN EINES MAHLROHRS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anfahren eines Mahlrohrs (2) mit einer zugeordneten Antriebsvorrichtung (3), wobei im Betrieb des Mahlrohrs (2) ein Mahlmodus und ein Ladungslösemodus einstellbar sind. Eine besonders zuverlässige Überwachung des Zustands einer im Mahlrohr (2) befindlichen Ladung (6) wird gewährleistet, indem ausgehend von einem Stillzustand des Mahlrohrs (2):

- das Mahlrohr (2) rotiert wird und bei einem ersten Drehwinkel (α_1) ein erstes Ist-Drehmoment (T_1) erfasst wird,
- anhand des ersten Ist-Drehmoments (T_1) ein Soll-Drehmoment (T_{2SOLL} für einen zweiten, größeren Drehwinkel

(α_2) berechnet wird,

- beim Erreichen des zweiten Drehwinkels (α_2) ein tatsächliches, zweites Ist-Drehmoment (T_{2IST}) erfasst wird,
- mit Hilfe eines vorgegebenen Schwellbereichs (8) untersucht wird, in wie weit das zweite Ist-Drehmoment (T_{2IST}) vom Soll-Drehmoment (T_{2SOLL}) abweicht,
- wenn das zweite Ist-Drehmoment (T_{2IST}) innerhalb des Schwellbereichs (8) liegt, der Ladungslösemodus des Mahlrohrs (2) eingestellt wird,
- anderenfalls das Mahlrohr (2) im Mahlmodus betrieben wird.

FIG 1**EP 3 269 453 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anfahren eines Mahlrohrs mit einer zugeordneten Antriebsvorrichtung, wobei im Betrieb des Mahlrohrs ein Mahlmodus und ein Ladungslösemodus einstellbar sind. Die Erfindung betrifft

weiterhin eine Steuervorrichtung, eine Antriebsvorrichtung sowie eine Rohrmühle.
[0002] Rohrmühlen werden vorzugsweise zum Mahlen von Materialien wie Erz eingesetzt. Es ist nicht unüblich, dass der Betrieb einer Rohrmühle für eine längere Zeitdauer unterbrochen wird und die Rohrmühle stillsteht. Dies geschieht beispielsweise aus Wartungsgründen. Während des Stillstands der Rohrmühle kann sich das im Mahlrohr der Rohrmühle befindliche Material festigen und an der Innenwand des Mahlrohrs festkleben. Derartig festgeklebtes, verfestigtes, an der Innenwand des Mahlrohrs haftendes Material wird als festgeklebte Ladung oder auch als "frozen charge" bezeichnet. Wird die Rohrmühle nach längerem Stillstand wieder in Betrieb genommen besteht die Gefahr, dass sich die festgeklebte Ladung in großer Höhe von der Innenwand ablöst, abstürzt und beim anschließenden Aufschlagen auf das Mahlrohr erhebliche Schäden an der Rohrmühle bewirkt.

[0003] Aus der EP 1 735 099 B1 geht zudem ein Verfahren zum Entfernen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs hervor, bei dem durch eine Antriebsvorrichtung der Drehwinkel um mindestens einen vorgegeben Drehwinkel schwingend eingestellt wird.

[0004] Es existieren bereits Überwachungseinrichtungen bzw. Überwachungsfunktionen in der Steuerung der Rohrmühle, die das Vorhandensein festgeklebter Ladungen erkennen und die, wenn das Vorhandensein einer festgeklebten Ladung erkannt wird, die Rohrmühle abschalten. Eine derartige Überwachung des Lastzustandes einer Rohrmühle ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 35 28 409 A1 beschrieben.

[0005] Bei einer solchen Überwachungsfunktion kann beispielsweise das beim Anlaufen der Rohrmühle erforderliche Drehmoment kontinuierlich beobachtet und der Maximalwert des Verlaufes wird gespeichert werden. Beim Erreichen des eingestellten Drehwinkels der Überwachung (z.B. 70°) wird für ein darauffolgendes Zeitfenster das aktuelle Drehmoment mit dem gespeicherten Spitzenwert verglichen. Ist das Drehmoment im Überwachungsfenster größer als 95% des gespeicherten Maximalwertes, wird auf festgebackene Ladung geschlossen (bei der sich das Drehmoment bis Drehwinkel 90° kontinuierlich erhöht) und die Rohrmühle wird abgeschaltet.

[0006] Insbesondere bei Mühlen, die ohne Stahlkugeln als Mahlhilfe betrieben werden (AG-Mühlen, engl. autogenous mill) ist die Ladung relativ flüssig, so dass sich beim Anfahren keine ausgeprägte Drehmomentspitze ergibt. Damit ist die Bedingung für die Abschaltung durch die Überwachung jedoch erfüllt, obwohl keine festgebackene Ladung vorliegt. Die Mühle wird trotzdem abgeschaltet.

[0007] Eine automatische Deaktivierung der oben beschriebenen Überwachungsfunktion ist jedoch nicht zielführend, da auch bei diesen Mühlen die Gefahr besteht, dass das im Mahlrohr befindliche Wasser im Stillstand abfließt und das Material anschließend festbackt. Daher kann auf die Überwachung nicht verzichtet werden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine besonders zuverlässige Überwachung des Zustands des in einem Mahlrohr einer Rohrmühle befindlichen Materials zu gewährleisten.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Anfahren eines Mahlrohrs mit einer zugeordneten Antriebsvorrichtung, wobei im Betrieb des Mahlrohrs ein Mahlmodus und ein Ladungslösemodus einstellbar sind, wobei ausgehend von einem Stillzustand des Mahlrohrs:

- das Mahlrohr rotiert wird und bei einem ersten Drehwinkel ein erster Ist-Drehmoment erfasst wird,
- anhand des ersten Ist-Drehmoments ein Soll-Drehmoment für einen zweiten, größeren Drehwinkel berechnet wird,
- beim Erreichen des zweiten Drehwinkels ein tatsächliches, zweites Ist-Drehmoment erfasst wird,
- mit Hilfe eines vorgegebenen Schwellbereichs untersucht wird, in wie weit das zweite Ist-Drehmoment vom Soll-Drehmoment abweicht,
- wenn das zweite Ist-Drehmoment innerhalb des Schwellbereichs liegt, der Ladungslösemodus des Mahlrohrs eingestellt wird,
- anderenfalls das Mahlrohr im Mahlmodus betrieben wird.

[0010] Die Aufgabe wird weiterhin erfindungsgemäß gelöst durch eine Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs zur Durchführung des Verfahrens.

[0011] Die Aufgabe wird darüber hinaus erfindungsgemäß gelöst durch eine Antriebsvorrichtung für ein Mahlrohr, umfassend eine solche Steuervorrichtung.

[0012] Die Aufgabe wird schließlich erfindungsgemäß gelöst durch eine Rohrmühle umfassend ein Mahlrohr und eine solche Antriebsvorrichtung.

[0013] Die in Bezug auf das Verfahren nachstehend angeführten Vorteile und bevorzugten Ausgestaltungen lassen sich sinngemäß auf die Steuervorrichtung, die Antriebsvorrichtung und die Rohrmühle übertragen.

[0014] Unter Mahlmodus wird hierbei der normale Betrieb einer Rohrmühle verstanden, in dem das Mahlrohr im Hinblick auf ein Zerkleinern oder Zermahlen der Ladung rotiert wird.

[0015] Mit Ladungslösemodus wird ein betrieblicher Zustand der Rohrmühle verstanden, bei dem, wenn eine festgeklebte Ladung detektiert wird, Maßnahmen zur Entfernung der festklebenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohrs eingeleitet werden. Solche Maßnahmen können sich nach den automatisierten Betriebsweisen beschreiben in der EP 1 735 099 B1 und in EP 2 525 914 B1 richten. Es kann alternativ z.B. lediglich ein Abschalten der Drehung des Mahlrohrs im Hinblick auf eine manuelle Entfernung der festgeklebten Ladung von der Innenwand vorgesehen sein.

[0016] Die Erfindung basiert auf der Überlegung, durch eine Erfassung des Drehmoments der Antriebsvorrichtung bei zwei verschiedenen Drehwinkeln zu prüfen, ob es sich bei der Ladung des Mahlrohrs um ein "gleitendes" oder festklebendes Material handelt. Das erfasste Drehmoment ist hierbei das Antriebsdrehmoment (oder alternativ das Lastmoment) des Mahlrohrs. Grundsätzlich gilt, dass im Falle, dass die komplette Ladung eine "frozen charge" bildet, bei einem Drehwinkel kleiner 90° das Drehmoment der Antriebsvorrichtung stetig ansteigt, solange die Ladung an der Innenwand des Mahlrohrs haftet. Wenn sich jedoch Teile der Ladung beim Anfahren des Mahlrohrs lösen und andere noch an der Innenwand klebend bleiben, ist der Drehmomentanstieg mit der Zeit bzw. mit dem ansteigenden Drehwinkel kleiner als im Falle des totalen frozen charge.

[0017] Basierend auf dieser Kenntnis wird erfindungsgemäß beim Anfahren des Mahlrohrs das Drehmoment bei zwei Drehwinkeln erfasst. Beim ersten, kleineren Drehwinkel, ist vergleichsweise wenig von der Ladung beim Anfahren des Mahlrohrs nach unten gerutscht. Anhand von diesem ersten Ist-Drehmoment wird berechnet, welches Drehmoment beim zweiten, höheren Drehwinkel zu erwarten ist, wenn sich die Bedingungen im Mahlrohr nicht mehr ändern. Das tatsächliche Ist-Drehmoment für den zweiten Drehwinkel wird anschließend ebenfalls erfasst, es liegt im Regelfall unterhalb des extrapolierten Soll-Werts, da sich üblicherweise bei ansteigender Höhe der Ladung während der weiteren Rotation des Mahlrohrs mehr Material von der Innenwand löst.

[0018] Schließlich wird der Schwellbereich herangezogen, der eine Aussage darüber liefert, in wie weit das Ist-Drehmoment vom Soll-Drehmoment abweicht. Wenn das zweite Ist-Drehmoment deutlich unterhalb des extrapolierten Soll-Drehmoments, außerhalb des Schwellbereichs liegt, ist davon auszugehen, dass sich die Ladung größtenteils oder sogar komplett von der Innenwand des Mahlrohrs gelöst hat und es kann der normale Mahlbetrieb der Rohrmühle fortgesetzt werden. Wenn jedoch der zweite Ist-Drehmoment innerhalb des Schwellbereichs liegt, bedeutet dies, dass das Material noch größtenteils an der Innenwand des Mahlrohrs haftet. Es wird daher der Ladungslösemodus eingestellt, so dass die Ladung von der Wand gelöst wird, bevor das Mahlrohr weiter gedreht wird.

[0019] Durch eine geeignete Wahl des Schwellbereichs ist eine sehr hohe Zuverlässigkeit bei der "frozen charge" Detektion gewährleistet, wodurch die Verfügbarkeit der Rohrmühle ebenfalls erhöht wird, da unnötige Abschaltungen und somit Produktionsausfälle vermieden werden. Ein wesentlicher Vorteil beim vorgeschlagenen Verfahren ist, dass das Verfahren unabhängig von einem Maximalwert des Verlaufs des Drehmoments ist. Zudem ist der Aufwand für die Realisierung des Verfahrens minimal, da in der Regel alle erforderlichen Messgrößen ohnehin zur Verfügung stehen, sie werden lediglich in eine weitere Software-Funktion in die Steuerung der Rohrmühle implementiert. Darüber hinaus ist das Verfahren drehrichtungsunabhängig.

[0020] Nach einer bevorzugten Weiterbildung werden zur Berechnung des Soll-Drehmoments der Sinus des ersten Drehwinkels und der Sinus des zweiten Drehwinkels herangezogen, insbesondere das Verhältnis des Sinus des ersten Drehwinkel zum Sinus des zweiten Drehwinkels. Dies ist besonders vorteilhaft, da bei fest gebackenem Mahlgut das Drehmoment im Wesentlichen entsprechend einem Sinus des Drehwinkels ansteigt. Eine Berechnung des Soll-Drehmoments im zweiten Drehwinkel ausgehend vom ersten Drehwinkel auf Grundlage einer sinusbasierten Extrapolation liefert somit das genaueste Ergebnis für das Soll-Drehmoment.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführung wird aus dem zweiten Ist-Drehmoment und dem Soll-Drehmoment ein Quotient gebildet. Ein solcher Quotient bietet eine besonders einfache Möglichkeit eine Relation zwischen den beiden Werten aufzustellen, um zu untersuchen, wie diese zueinander stehen bzw. wie groß die Abweichung voneinander ist. Alternativ zum Quotienten kann beispielsweise die Differenz aus dem zweiten Ist-Drehmoment und dem Soll-Drehmoment gebildet werden und diese kann ebenfalls mit einem vorgegeben Schwellbereich oder Schwellwert verglichen werden.

[0022] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung wird der Schwellbereich durch einen Wert definiert, der insbesondere als Prozentangabe oder eine rationale Zahl angegeben wird. Der Wert bildet dabei die Zahlengrenze für das Verhältnis vom Soll-Drehmoment und dem zweiten Ist-Drehmoment zueinander. Im Falle, dass bei der Auswertung des Ist-Drehmoments gegenüber dem Soll-Drehmoment mit einem Quotient gearbeitet wird, ist dieser Quotient stets kleiner 1, wenn das Ist-Drehmoment im Zähler ist und er Soll-Drehmoment im Nenner ist. Im umgekehrten Fall, wenn beim Quotienten das Soll-Drehmoment im Zähler ist und das Ist-Drehmoment im Nenner ist, ist der Quotient stets größer 1. Entsprechend wird auch der Schwellbereich gewählt.

[0023] Vorteilhafterweise wird der Schwellbereich als eine Abweichung des zweiten Ist-Drehmoments vom Soll-Drehmoment um 15%, insbesondere um 10%, insbesondere um 5% definiert. Um unnötige Störungen des Betriebs des Mahlrohrs zu vermeiden, ist hierbei der Schwellbereich derart gewählt, dass der Ladungslösemodus nur eingeleitet wird, wenn die Abweichung des zweiten Ist-Drehmoments vom Soll-Drehmoment minimal sind, was ein Hinweis dafür ist, dass sich bei der Rotation des Mahlrohrs zwischen dem ersten Drehwinkel und dem zweiten Drehwinkel kaum Material

von der Innenwand des Mahlrohrs gelöst hat.

[0024] Vorzugsweise liegen der erste und der zweite Drehwinkel unterhalb 90°, insbesondere unterhalb 70°. Erfahrungsgemäß wird bei einem Drehwinkel von ca. 70° der Ladungslösemodus eingeleitet, um ein Abstürzen des Mahlguts auf den Boden des Mahlrohrs zu vermeiden, daher wird die oben beschriebene Überprüfung in einem Winkelbereich unterhalb 70° durchgeführt.

[0025] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

FIG 1 schematisch und stark vereinfacht ein Mahlrohr bei vier unterschiedlichen Drehwinkeln,

FIG 2 eine Auswertung des Drehmoments des Mahlrohrs gemäß FIG 1 über einem Drehwinkel.

[0026] Gleiche Bezugszeichen haben in den Figuren die gleiche Bedeutung.

[0027] In FIG 1 ist symbolisch ein Mahlrohr 2 einer hier nicht näher gezeigten Rohrmühle dargestellt. Dem Mahlrohr 2 ist eine Antriebsvorrichtung 3 mit einer Steuervorrichtung 4 zugeordnet, welche u.a. das Anfahren des Mahlrohrs 2 ansteuert. Das Mahlrohr 2 ist mit einem Mahlgut 6, insbesondere Erz, beladen, welches weiterhin als Ladung bezeichnet ist.

[0028] Das Mahlrohr 2 kann sowohl in einem Mahlmodus als auch in einem Ladungslösungsmodus betrieben werden. Der Mahlmodus stellt den normalen Betrieb einer Rohrmühle dar, bei dem das Mahlrohr im Hinblick auf ein Zerkleinern oder Zermahlen der Ladung rotiert wird. Der Ladungslösemodus ist der betriebliche Zustand der Rohrmühle, bei dem, wenn eine festgeklebte Ladung detektiert wird, Maßnahmen zur Entfernung der festklebenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohrs eingeleitet werden.

[0029] In FIG 1 sind insgesamt vier Zustände der Ladung 6 des Mahlrohrs 2 je nach Drehwinkel gezeigt. Z_1 stellt einen Stillzustand bei 0° dar, bei dem die Ladung 6 gleichmäßig verteilt auf dem Boden des Mahlrohrs 2 liegt. Z_4 stellt die Lage der fest gebackenen Ladung bei einem Drehwinkel ca. 70° dar. Z_2 und Z_3 stellen die fest gebackene Ladung 6 bei zwei weiteren Drehwinkeln α_1 , α_2 zwischen 0° und 70° dar.

[0030] Ausgehend vom Stillzustand Z_1 wird der Betrieb der Rohrmühle aufgenommen und das Mahlrohr 2 in Drehrichtung 10 angefahren, indem es um eine Mittelachse A rotiert wird. Bei einem ersten Drehwinkel α_1 , der kleiner als 90° ist, beispielsweise bei 45°, wird ein Drehmoment T der Antriebsvorrichtung 3 gemessen. Dieser Punkt ist in FIG 1 mit M1 bezeichnet. Bei einem zweiten Drehwinkel α_2 , z.B. 60°, wird im Punkt M2 das Drehmoment T erneut gemessen. Die Messungen können auch bei anderen Drehwinkeln D zwischen 0° und 90° erfolgen, es sind lediglich mindestens zwei Messwerte bei zwei unterschiedlichen Drehwinkeln erforderlich.

[0031] Die Auswertung der Messungen in den Messpunkten M1 und M2 ist in FIG 2 graphisch dargestellt. Hierbei ist das Drehmoment T der Antriebsvorrichtung 3 über dem Drehwinkel D aufgetragen. Mit V_1 ist der Anstieg des Drehmoments T bei einer festklebenden Ladung bezeichnet. V_2 ist der tatsächliche Verlauf des Drehmoments T beim Anfahren der Rohrmühle. Mit M ist das maximal auftretende Drehmoment bezeichnet.

[0032] Im Bereich B, der im Stand der Technik für die Überwachung der "frozen charge" herangezogen wird, liegt im gezeigten Ausführungsbeispiel eine minimale Abweichung des tatsächlichen Verlauf V_2 des Drehmoments T vom maximalen Drehmoment M. Hierbei weist der Verlauf V_2 keine ausgeprägte Drehmomentspitze auf. Herkömmliche Überwachungssysteme würden an dieser Stelle somit den Ladungslösungsmodus regelmäßig einleiten.

[0033] Um dies zu vermeiden, wird das Drehmoment T in den Messpunkten M1 und M2 bei α_1 bzw. α_2 bestimmt. Bei fest gebackenem Mahlgut 6 steigt das Drehmoment T weitgehend entsprechend einem Sinus des Drehwinkels D an, wie aus dem Verlauf von V_1 ersichtlich ist. Daher kann aus dem Drehmoment T_1 zum ersten Drehwinkel (Messung M1) über die Beziehung

$$\sin(\alpha_1) / \sin(\alpha_2)$$

das theoretische Soll-Drehmoment T_{2SOLL} zum Zeitpunkt M2 bei Drehwinkel α_2 berechnet werden.

[0034] Das tatsächliche Drehmoment T_{2IST} im Messpunkt M2 bei α_2 wird zusätzlich gemessen und mit T_{2SOLL} verglichen, indem ein Schwellbereich 8 herangezogen wird. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Schwellbereich als 10% definiert, d.h. es wird untersucht, ob T_{2IST} mehr als 10% von T_{2SOLL} abweicht. Liegt T_{2IST} mehr als 10% unter T_{2SOLL} oder ist gleich T_{2SOLL} , ist davon auszugehen, dass sich das Material von der Innenwand des Mahlrohrs 2 gelöst hat und die Rohrmühle wird ungestört weiter betrieben. Anderenfalls wird z.B. der Ladungslösemodus eingestellt, insbesondere wird die Rohrmühle abgeschaltet oder es wird ein kontrolliertes Rütteln oder Schütteln des Mahlrohrs 2 über eine Anpassung des Antriebsdrehmoments hervorgerufen.

[0035] Zum Vergleich von T_{2SOLL} mit T_{2IST} ist der Schwellbereich 8 in der Steuerung 4 hinterlegt oder dieser wird nach Bedarf fallbezogen angegeben. Für die Auswertung wird insbesondere der Quotient von T_{2IST} und T_{2SOLL} gebildet

und dieser wird mit dem Schwellbereich 8 verglichen. Beim obigen Ausführungsbeispiel, bei dem die Abweichungsgrenze bei 10% definiert ist, ist die Bedingung zum Einleiten des Ladungslösemodus erfüllt, wenn

$$T_{2IST} < T_{2SOLL} \times 0,9.$$

[0036] Da

$$T_{2SOLL} = T_1 (\sin(\alpha_1) / \sin(\alpha_2)),$$

gilt:

$$T_{2IST} < T_1 (\sin(\alpha_1) / \sin(\alpha_2)) \times 0,9.$$

[0037] Mit den gemäß FIG 1 verwendeten Drehwinkeln $\alpha_1=45^\circ$ und $\alpha_2=60^\circ$ lässt sich somit die Bedingung für den Ladungslösemodus mathematisch ausdrücken durch:

$$T_{2IST} < T_1 \times 1,1.$$

[0038] Wenn T_{2IST} jedoch gleich oder größer 10% vom T_{2SOLL} ist, dann wird der normale Mahlmodus fortgesetzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anfahren eines Mahlrohrs (2) mit einer zugeordneten Antriebsvorrichtung (3), wobei im Betrieb des Mahlrohrs (2) ein Mahlmodus und ein Ladungslösemodus einstellbar sind, wobei ausgehend von einem Stillzustand des Mahlrohrs (2):

- das Mahlrohr (2) rotiert wird und bei einem ersten Drehwinkel (α_1) ein erstes Ist-Drehmoment (T_1) erfasst wird,
- anhand des ersten Ist-Drehmoments (T_1) ein Soll-Drehmoment (T_{2SOLL}) für einen zweiten, größeren Drehwinkel (α_2) berechnet wird,
- beim Erreichen des zweiten Drehwinkels (α_2) ein tatsächliches, zweites Ist-Drehmoment (T_{2IST}) erfasst wird,
- mit Hilfe eines vorgegebenen Schwellbereichs (8) untersucht wird, in wie weit das zweite Ist-Drehmoment (T_{2IST}) vom Soll-Drehmoment (T_{2SOLL}) abweicht,
- wenn das zweite Ist-Drehmoment (T_{2IST}) innerhalb des Schwellbereichs (8) liegt, der Ladungslösemodus des Mahlrohrs (2) eingestellt wird,
- anderenfalls das Mahlrohr (2) im Mahlmodus betrieben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zur Berechnung des Soll-Drehmoments (T_{2SOLL}) der Sinus des ersten Drehwinkels (α_1) und der Sinus des zweiten Drehwinkels (α_2) herangezogen werden, insbesondere das Verhältnis des Sinus des ersten Drehwinkel (α_1) zum Sinus des zweiten Drehwinkels (α_2) gebildet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei aus dem zweiten Ist-Drehmoment (T_{2IST}) und dem Soll-Drehmoment (T_{2SOLL}) ein Quotient gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schwellbereich (8) durch einen Wert definiert wird, der insbesondere als Prozentangabe oder eine rationale Zahl angegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Schwellbereich (8) definiert wird als eine Abweichung des zweiten Ist-Drehmoments (T_{2IST}) vom Soll-Drehmoment (T_{2SOLL}) um 15%, insbesondere um 10%, insbesondere um 5%.

EP 3 269 453 A1

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der erste und der zweite Drehwinkel (α_1, α_2) unterhalb 90° , insbesondere unterhalb 70° liegen.
7. Steuervorrichtung (4) für die Antriebsvorrichtung (3) eines Mahlrohrs (2) zur Durchführung des Verfahrens nach
5 einem der vorhergehenden Ansprüche.
8. Antriebsvorrichtung (3) für ein Mahlrohr (2), umfassend eine Steuervorrichtung (4) nach Anspruch 7.
9. Rohrmühle umfassend ein Mahlrohr (2) und eine Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 8.
10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

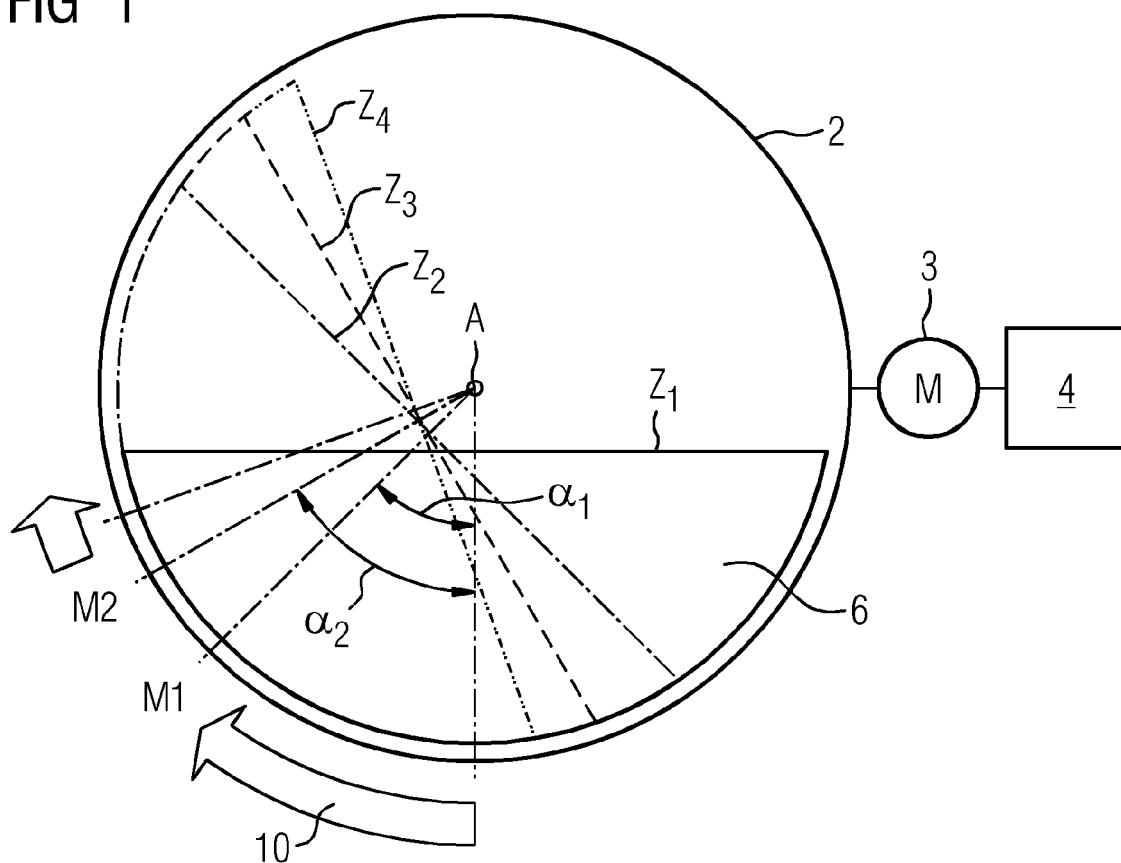
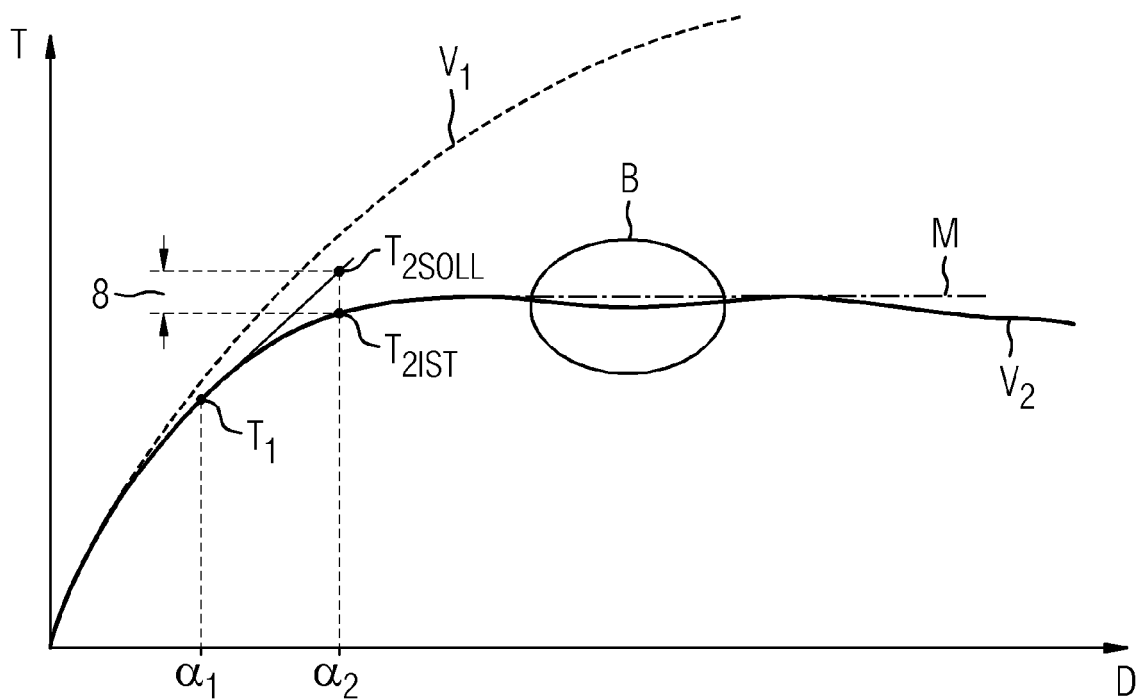


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 17 9745

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	CA 1 188 807 A (DOMINION ENG WORKS LTD) 11. Juni 1985 (1985-06-11) * Seite 3, Zeile 8 - Zeile 27; Abbildungen 1-7 * * Seite 7, Zeile 6 - Zeile 13 *	1-9	INV. B02C17/18
A,D	DE 35 28 409 A1 (SIEMENS AG [DE]) 12. Februar 1987 (1987-02-12) * Anspruch 8 *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Januar 2017	Prüfer Swiderski, Piotr
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 17 9745

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-01-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 1188807 A	11-06-1985	KEINE	
DE 3528409 A1	12-02-1987	CH 670016 A5	28-04-1989
		DE 3528409 A1	12-02-1987
		JP S6237086 A	18-02-1987
		NO 862841 A	09-02-1987

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1735099 B1 [0003] [0015]
- DE 3528409 A1 [0004]
- EP 2525914 B1 [0015]