



(11)

EP 2 353 724 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.10.2013 Patentblatt 2013/44

(51) Int Cl.:
B02C 17/18 ^(2006.01) **B02C 17/24** ^(2006.01)
B02C 23/04 ^(2006.01) **B02C 25/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11003370.1**

(22) Anmeldetag: **08.03.2005**

(54) **Verfahren Steuervorrichtung und Antriebsvorrichtung zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs**

Method, control device and drive device for releasing a fixed load from the internal wall of a grinding tube

Procédé, dispositif de commande et dispositif d'entraînement destinés à détacher un chargement collé à la paroi intérieure d'un tube broyeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES LI

(30) Priorität: **25.03.2004 DE 102004015057**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.08.2011 Patentblatt 2011/32

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
05729763.2 / 1 735 099

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Becker, Norbert**
91341 Rottenbach (DE)
• **Smits, Stefan**
91334 Hemhofen (DE)
• **Tischler, Kurt**
91052 Erlangen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 943 150 US-A- 4 496 883
US-A- 5 698 797 US-A1- 2003 052 205

EP 2 353 724 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs, insbesondere einer Rohrmühle, eine Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs sowie eine Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs.

[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 vom Mahlrohr ablöst, abstürzt und beim anschließenden Aufschlagen auf das Mahlrohr erhebliche Schäden an der Rohrmühle bewirkt.

[0003] Deshalb existieren Einrichtungen, die das Vorhandensein festgeklebter Ladungen erkennen und die, wenn das Vorhandensein einer festgeklebten Ladung erkannt wird, die Rohrmühle abschalten. Eine derartige Einrichtung ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 35 28 409 A1 beschrieben.

[0004] Wird eine festgeklebte Ladung erkannt und die Rohrmühle abgeschaltet, muss anschließend die festgeklebte Ladung in aufwendiger Weise entfernt werden. Dies geschieht z.B. durch Aufweichen indem Wasser auf die festgeklebte Ladung gesprüht wird und/oder unter Einsatz von Pressluftschlämmern. Das Entfernen einer festgeklebten Ladung bedingt einen äußerst hohen größtenteils manuellen Arbeitsaufwand und ist sehr zeitintensiv.

[0005] Die US 2003/0052205 A1 beschreibt ein Winkel-basiertes Verfahren und eine Vorrichtung zum Schutz einer Mühle vor an der Innenseite des Mahlrohrs festgeklebter Ladung. Hierbei wird das Mahlrohr angehalten, wenn das Vorhandensein einer festgeklebten Ladung festgestellt wird.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, das Entfernen einer festgeklebten Ladung auf einfache und effiziente Weise zu ermöglichen. Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1, durch eine Steuervorrichtung gemäß Patentanspruch 10 und durch eine Antriebsvorrichtung gemäß Patentanspruch 13.

[0007] Gemäß der Erfindung wird die Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum Lockern und Lösen der festgeklebten Ladung benutzt. Durch Ansteuerung bzw. Regelung der Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung wird das Mahlrohr in einem Winkelbereich gedreht, indem fallendes Material keine Schäden am Mahlrohr oder anderen Bestandteilen der Rohrmühle hervorruft. Zeitaufwendige manuelle Eingriffe können so in den meisten Fällen unterblei-

ben.

[0008] Mit Vorteil werden Drehwinkel und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs durch die Antriebsvorrichtung geändert. Durch gezielte Änderung der Drehbewegung, d.h. Änderung von Beschleunigung und Drehrichtung des Mahlrohrs, wird die festgeklebte Ladung gelockert und von der Innenwand des Mahlrohrs gelöst, ohne Beschädigungen an der Rohrmühle zu verursachen.

[0009] Erfindungsgemäß wird das Mahlrohr mindestens einmal bei einem vorgegebenen Drehwinkel abrupt gebremst. Durch das plötzliche, diskontinuierliche Verändern der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs wirken durch die Trägheit bedingte, stark lösende Kräfte auf die festgeklebte Ladung. Nach ein- oder mehrmaligem Abbremsen des Mahlrohrs, insbesondere während einer durch die Drehung des Mahlrohrs bedingten abwärts gerichteten Bewegungsphase der festgeklebten Ladung, werden sich die festgeklebte Ladung und/oder Teile der festgeklebten Ladung vom Mahlrohr lösen und idealerweise rutschend nach unten weiterbewegen.

[0010] Mit Vorteil wird das Mahlrohr abrupt bis zum Stillstand gebremst. Bei plötzlicher, diskontinuierlicher Änderung der Geschwindigkeit des Mahlrohrs auf Null, wirken besonders starke durch die Trägheit bedingte, lösende Kräfte auf die festgeklebte Ladung.

[0011] Mit Vorteil wird ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner 180° nicht überschritten. Es wird ausgeschlossen, dass das Mahlrohr eine vollständige Umdrehung durchführt.

[0012] Mit Vorteil wird ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner gleich 90° nicht überschritten. Ist der Betrag des Drehwinkels nicht größer als 90°, ist ein Absturz der festgeklebten Ladung deutlich weniger wahrscheinlich als bei größeren Beträgen des Drehwinkels.

[0013] Mit Vorteil ist der maximale Betrag des Drehwinkels von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung abhängig. Oft liegt der maximale Betrag des Drehwinkels, bis zu dem Abstürze der festgeklebten Ladung mit hoher Wahrscheinlichkeit keine beschädigenden Auswirkungen auf die Rohrmühle haben oder sogar ausgeschlossen sind, deutlich unter 90°. Teilweise wird der maximale Betrag des Drehwinkels sogar auf verhältnismäßig nahe 0° eingeschränkt werden müssen. Um das gezielte Lösen der festgeklebten Ladung zum einen in möglichst kurzer Zeit und zum anderen bei möglichst geringem Risiko zu ermöglichen, wird der maximale Betrag des Drehwinkels in Abhängigkeit von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung bestimmt.

[0014] Mit Vorteil wird der Drehwinkel um mindestens einen vorgegebenen Drehwinkel schwingend eingestellt.

[0015] Mit Vorteil wird der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit gleichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird.

[0016] Mit Vorteil wird der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit unterschiedlichem Vorzeichen schwingend eingestellt.

[0017] Durch die Hin- und Herbewegung des Mahlrohrs gemäß den vorangehenden Ausprägungen der Er-

findung löst sich die festgeklebte Ladung verhältnismäßig rasch von der Innenwand des Mahlrohrs, wobei gleichzeitig ein Schädigen verursachender Absturz vermieden wird.

[0018] Mit Vorteil wird zum Lösen der festgeklebten Ladung derselbe Motor verwendet wie zur Drehung des Mahlrohrs im Mahlbetrieb. Dadurch dass derselbe Motor zum Antrieb des Mahlrohrs sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung verwendet wird entfallen aufwendige Umrüst- bzw. Umschaltvorgänge.

[0019] Mit Vorteil wird die festgeklebte Ladung befeuchtet. Das Lösen der festgeklebten Ladung wird beispielsweise durch Besprühen mit Wasser erleichtert. Die Konsistenz und die Haftfähigkeit der festgeklebten Ladung werden durch Befeuchten zweckdienlich beeinflusst.

[0020] Mit Vorteil weist die erfindungsgemäße Steuervorrichtung Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr auf. Derart wird ein gezieltes Lösen der festgeklebten Ladung im Wesentlichen weitestgehend automatisch und ohne Beschädigung des Mahlrohrs ermöglicht.

[0021] Mit Vorteil weist die Steuervorrichtung eine feldorientierte Regeleinrichtung auf. Die Ansteuerung bzw. Regelung der Antriebsvorrichtung zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung wird so wesentlich vereinfacht.

[0022] Mit Vorteil weist die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung einen Motor auf, der das Mahlrohr sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung antreibt. Der Aufbau der Antriebsvorrichtung und der Rohrmühle insgesamt wird so einfacher, robuster, kompakter und kostengünstiger.

[0023] Mit Vorteil ist der Motor der Antriebsvorrichtung mit einem Umrichter gekoppelt.

[0024] Mit Vorteil ist der Motor ein Ringmotor. Durch die Verwendung eines getriebelosen als Ringmotor ausgebildeten Antriebs wird die Rohrmühle robuster und wartungsärmer, und das beschriebene System zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung ist leicht implementierbar.

[0025] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

- FIG 1 den schematischen Aufbau einer Rohrmühle,
- FIG 2 und FIG 3 einen Schnitt durch das Mahlrohr einer Rohrmühle,
- FIG 4 bis FIG 6 mögliche Drehbewegungen des Mahlrohrs zum gezielten Lösen einer festgeklebten Ladung.

[0026] FIG 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Rohrmühle wie sie beispielsweise zum Mahlen von Erzen verwendet wird. Die Rohrmühle weist ein Mahlrohr

1 auf, das mit einer Antriebsvorrichtung 2 gekoppelt ist. Des Weiteren ist eine Steuervorrichtung 3 vorgesehen, die Steuer- bzw. Regelsignale an die Antriebsvorrichtung 2 gibt. Die Steuervorrichtung 3 kann auch Signale, beispielsweise Messsignale von der Antriebsvorrichtung 2 oder anderen Bestandteilen der Rohrmühle entgegennehmen und verarbeiten. Das Mahlrohr 1 ist vorzugsweise trommelförmig ausgebildet. Die Rohrmühle weist Lagervorrichtungen für das Mahlrohr 1 auf, die in der Zeichnung nicht näher dargestellt sind.

[0027] Die Antriebsvorrichtung 2 der Rohrmühle weist zumindest einen Motor auf, der beispielsweise als Ringmotor ausgebildet ist. Der Motor ist mit einem nicht näher dargestellten Umrichter gekoppelt. Die Ausprägung des Motors als Ringmotor ermöglicht einen getriebelosen Antrieb des Mahlrohrs 1 und somit einen besonders robusten Betrieb der Rohrmühle.

[0028] Die Antriebsvorrichtung 2 ist vorzugsweise als feldorientierte Drehfeldmaschine ausgebildet, wobei in der Steuervorrichtung 3 eine feldorientierte Regeleinrichtung vorgesehen ist. Die feldorientierte Regeleinrichtung ist beispielsweise als Flussrechner ausgebildet.

[0029] Die Rohrmühle arbeitet normalerweise im Mahlbetrieb, d.h., die Antriebsvorrichtung 2 treibt das Mahlrohr derart an, dass das im Mahlrohr 1 befindliche Material durch die Bewegung des Mahlrohrs 1 zerkleinert wird. Das Material ist im Mahlbetrieb locker und nicht mit dem Mahlrohr 1 verklebt. Wird der Mahlbetrieb für längere Zeit unterbrochen, kann es wie eingangs beschrieben, zu dem Problem des Auftretens von festgeklebten Ladungen sogenannten "frozen charges" kommen.

[0030] FIG 2 zeigt einen Schnitt durch das Mahlrohr 1 einer Rohrmühle, wobei das Mahlrohr 1 von einer Antriebsvorrichtung 2 hier einem schematisch dargestellten Ringmotor mit einer Lagervorrichtung umgeben ist. Das Mahlrohr 1 ist um die Drehachse 4 mittels der Antriebsvorrichtung 2 drehbar gelagert. Der schraffiert dargestellte Bereich im Inneren des Mahlrohrs 1 stellt schematisch eine festgeklebte Ladung 5 dar. Die festgeklebte Ladung 5 entsteht aus Material, das während längeren Stillstands der Rohrmühle praktisch zu einem starren Körper verfestigt, zusammengebacken, zusammengefroren, verklebt, verpresst oder versintert ist. In FIG 2 wurde der Schwerpunkt der festgeklebten Ladung 5 gegenüber einer durch $\varphi_0 = 0^\circ$ gekennzeichneten Anfangslage um den Drehwinkel φ bis zu einem durch φ_1 gekennzeichneten Drehwinkel ausgelenkt.

[0031] FIG 3 zeigt eine festgeklebte Ladung 5, deren Schwerpunkt um den durch φ_2 gekennzeichneten Drehwinkel ausgelenkt wurde. Die in FIG 3 dargestellte Drehrichtung ist der Drehrichtung aus FIG 2 entgegengesetzt.

[0032] Im Folgenden werden Auslenkungen in einem positiven Drehwinkelbereich $\varphi_0 < \varphi \leq 180^\circ$ und Auslenkungen in einem negativen Drehwinkelbereich $-180^\circ < \varphi < \varphi_0$ betrachtet. Dementsprechend ist φ_1 in FIG 2 ein positiver, φ_2 in FIG 3 ein negativer Drehwinkel φ .

[0033] Die in FIG 1 gezeigte Steuervorrichtung 3 der Antriebsvorrichtung 2 der Rohrmühle ist wie eingangs

beschrieben vorzugsweise derart ausgestaltet, dass festgeklebte Ladungen 5 derart früh erkannt werden, dass ihr Abstürzen durch Anhalten der Rohrmühle vermieden wird. Festgeklebte Ladungen können auch visuell, z.B. durch einen Bediener der Rohrmühle entdeckt werden.

[0034] Wird eine festgeklebte Ladung 5 entdeckt, so wird die festgeklebte Ladung 5 vor Wiederaufnahme des Mahlbetriebs erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Antriebsvorrichtung 2 des Mahlrohrs 1 derart angesteuert wird, dass durch Änderung des Drehwinkels φ und der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs 1 die festgeklebte Ladung gezielt abgelöst wird. Dabei wird vorzugsweise derselbe Motor verwendet, der auch im Mahlbetrieb das Mahlrohr 1 antreibt.

[0035] Beim Lösen der festgeklebten Ladung stellt die Steuervorrichtung 3 sicher, dass der Betrag des Drehwinkels φ einen bestimmten Maximalbetrag nicht überschreitet. Derart wird vermieden, dass die festgeklebte Ladung 5 aus zu großer Höhe abstürzt und Schäden an der Rohrmühle verursacht. Der maximale Betrag des Drehwinkels φ liegt im Intervall $0^\circ < |\varphi| < 180^\circ$ und wird mit Vorteil in Abhängigkeit der Zusammensetzung und der Beschaffenheit des Materials der festgeklebten Ladung 5 bestimmt. Der maximale Betrag des Drehwinkels φ kann auch im Intervall $0^\circ < |\varphi| \leq 90^\circ$ bestimmt werden.

[0036] FIG 4 und FIG 5 zeigen schematisch die Auslenkung des Mahlrohrs 1 um den Drehwinkel φ zum gezielten Lösen einer festgeklebten Ladung über die Zeit t aufgetragen. Um die festgeklebte Ladung 5 von der Innenwand des Mahlrohrs 1 abzulösen, wird das Mahlrohr 1 gezielt von einer Ausgangsposition ausgelenkt und schwingt dann sinusförmig um die Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 . Die Ausgangsposition im gezeigten Beispiel liegt bei $\varphi_0 = 0^\circ$, kann aber auch anders vorgegeben sein.

[0037] In FIG 5 sind mehrere Zeitabschnitte T_1 bis T_4 gekennzeichnet. In jedem dieser Zeitabschnitte T_1 bis T_4 schwingt das Mahlrohr um einen bestimmten Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 . Anders als beispielhaft in den Figuren 4 und 5 dargestellt, kann sich die Amplitude der Schwingung des Drehwinkels φ um die Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 auch ändern bzw. geändert werden. Die Amplitude kann dabei innerhalb der Zeitabschnitte T_1 bis T_4 und/oder im Vergleich der Zeitabschnitte T_1 bis T_4 zueinander veränderlich sein.

[0038] Es ist möglich, dass das Mahlrohr 1 um einen oder mehrere positive Drehwinkel φ_1 schwingt. Es ist auch möglich, dass das Mahlrohr 1 um einen oder mehrere negative Drehwinkel φ_2 schwingt. Das Mahlrohr 1 kann auch um einen oder mehrere positive und um einen oder mehrere negative Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 schwingend eingestellt werden.

[0039] Die in FIG 1 gezeigte Steuervorrichtung 3 für die Antriebsvorrichtung 2 weist vorzugsweise Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr 1 auf, um die Bewegung des Mahlrohrs 1 wie vorangehend beschrieben zu steuern bzw. zu regeln.

[0040] Das Lösen der festgeklebten Ladung 5 kann

durch Zufuhr von Wasser unterstützt werden. Wird die festgeklebte Ladung 5 befeuchtet, so löst sie sich leichter von der Innenwand des Mahlrohrs 1.

[0041] FIG 6 zeigt schematisch, wie das Mahlrohr 1 zunächst in Bewegung versetzt wird und dann mehrmals aus der Bewegung abrupt abgebremst wird. Das Abbremsen kann, wie in der Figur gezeigt, derart erfolgen, dass das Mahlrohr 1 für begrenzte Zeit zum Stillstand kommt, oder auch derart, dass es seine Drehgeschwindigkeit abrupt deutlich verlangsamt. Es kann auch ein Wechsel der Drehrichtung erfolgen. Beim abrupten Abbremsen des Mahlrohrs 1 wirkt die Trägheit der festgeklebten Ladung 5 lösend auf diese ein.

[0042] Der Grundgedanke der Erfindung lässt sich im Wesentlichen wie folgt zusammenfassen:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung 5 von der Innenwand eines Mahlrohrs 1, wobei die Antriebsvorrichtung 2 des Mahlrohrs 1 zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung 5 von einer Steuervorrichtung 3 angesteuert wird. Das Mahlrohr 1 wird dabei derart gezielt gedreht, dass sich durch die mehrmalige Änderung der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs 1 und gegebenenfalls durch das abrupte Abbremsen des Mahlrohrs 1 die festgeklebte Ladung 5 von der Innenwand des Mahlrohrs 1 löst. Dabei wird ein in der Regel materialabhängig bestimmter maximaler Drehwinkel φ des Mahlrohrs 1 nicht überschritten, um ein unkontrolliertes Abstürzen der festgeklebten Ladung 5 zu vermeiden. Durch die Erfindung werden arbeitsintensive und zeitaufwendige Verfahren zum Lösen der festgeklebten Ladung 5 überflüssig, da diese durch denselben Motor der Antriebsvorrichtung 2 gelöst werden kann, der auch während des Mahlbetriebs zum Antrieb des Mahlrohrs 1 verwendet wird.

[0043] Die Erfindung betrifft auch eine Antriebsvorrichtung 2 für ein Mahlrohr 1 und eine Steuervorrichtung 3 für eine derartige Antriebsvorrichtung 2.

[0044] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs insbesondere gemäß den nachfolgenden Sätzen 1 bis 12, eine Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs insbesondere gemäß den nachfolgenden Sätzen 13 bis 15 und eine Antriebsvorrichtung für ein Mahlrohr insbesondere gemäß den nachfolgenden Sätzen 16 bis 19.

Satz 1: Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs, wobei die Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung angesteuert wird.

Satz 2: Verfahren nach Satz 1, wobei Drehwinkel und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs durch die Antriebsvorrichtung geändert werden.

Satz 3: Verfahren nach Satz 2, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner 180° nicht überschritten wird.

Satz 4: Verfahren nach Satz 2, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner gleich 90° nicht überschritten wird. 5

Satz 5: Verfahren einem der Sätze 2 bis 4, wobei der maximale Betrag des Drehwinkels von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung abhängig ist. 10

Satz 6: Verfahren nach einem der Sätze 2 bis 5, wobei der Drehwinkel um mindestens einen vorgegebenen Drehwinkel schwingend eingestellt wird. 15

Satz 7: Verfahren nach einem der Sätze 2 bis 6, wobei der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit gleichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird. 20

Satz 8: Verfahren nach einem der Sätze 2 bis 7, wobei der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit unterschiedlichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird. 25

Satz 9: Verfahren nach einem der vorangehenden Sätze 1 bis 8, wobei das Mahlrohr mindestens einmal bei einem vorgegebenen Drehwinkel abrupt gebremst wird. 30

Satz 10: Verfahren nach Satz 9, wobei das Mahlrohr abrupt bis zum Stillstand gebremst wird. 35

Satz 11: Verfahren nach einem der vorangehenden Sätze 1 bis 10, wobei zum Lösen der festgeklebten Ladung derselbe Motor verwendet wird wie zur Drehung des Mahlrohrs im Mahlbetrieb. 40

Satz 12: Verfahren nach einem der vorangehenden Sätze 1 bis 11, wobei die festgeklebte Ladung befeuchtet wird.

Satz 13: Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorangehenden Sätze 1 bis 12. 45

Satz 14: Steuervorrichtung nach Satz 13, wobei sie Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr aufweist. 50

Satz 15: Steuervorrichtung nach Satz 13 oder Satz 14, wobei sie eine feldorientierte Regeleinrichtung aufweist. 55

Satz 16: Antriebsvorrichtung für ein Mahlrohr mit ei-

ner Steuervorrichtung gemäß einem der Sätze 13 bis 15.

Satz 17: Antriebsvorrichtung gemäß Satz 16, wobei sie einen Motor aufweist, der das Mahlrohr sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung antreibt.

Satz 18: Antriebsvorrichtung gemäß Satz 17, wobei der Motor mit einem Umrichter gekoppelt ist.

Satz 19: Antriebsvorrichtung gemäß Satz 17 oder Satz 18, wobei der Motor ein Ringmotor ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung (5) von der Innenwand eines Mahlrohrs (1), wobei die Antriebsvorrichtung (2) des Mahlrohrs (1) zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung (5) angesteuert wird, wobei Drehwinkel (φ) und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs (1) durch die Antriebsvorrichtung (2) geändert werden, und wobei das Mahlrohr (1) mindestens einmal bei einem vorgegebenen Drehwinkel (φ) abrupt gebremst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels (φ) kleiner 180° nicht überschritten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels (φ) kleiner gleich 90° nicht überschritten wird.
4. Verfahren einem der Ansprüche 2 bis 3, wobei der maximale Betrag des Drehwinkels (φ) von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung (5) abhängig ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein mehrmaliges abruptes Abbremsen des Mahlrohrs (1) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das abrupte Abbremsen des Mahlrohrs (1) während einer durch eine Drehung des Mahlrohrs (1) bedingten, abwärts gerichteten Bewegungsphase der festgeklebten Ladung (5) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Mahlrohr (1) abrupt bis zum Stillstand gebremst wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) derselbe Motor verwendet wird wie zur Drehung des Mahlrohrs (1) im Mahlbetrieb.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die festgeklebte Ladung (5) befeuchtet wird.
10. Steuervorrichtung (3) für die Antriebsvorrichtung (2) eines Mahlrohrs (1) zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.
11. Steuervorrichtung (3) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr (1) aufweist.
12. Steuervorrichtung (3) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine feldorientierte Regeleinrichtung aufweist.
13. Antriebsvorrichtung (2) für ein Mahlrohr (1) mit einer Steuervorrichtung (3) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12.
14. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Motor aufweist, der das Mahlrohr (1) sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) antreibt.
15. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor mit einem Umrichter gekoppelt ist.
16. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor ein Ringmotor ist.

Claims

1. Method for detaching a frozen charge (5) from the inner wall of a grinding pipe (1), the drive device (2) of the grinding pipe (1) being controlled for targeted detachment of the frozen charge (5), angle of rotation (φ) and speed of rotation of the grinding pipe (1) being varied by the drive device (2), and the grinding pipe (1) being braked abruptly at least once at a predetermined angle of rotation (φ).
2. Method according to Claim 1, wherein a maximum value of the angle of rotation (φ) smaller than 180° is not exceeded.
3. Method according to Claim 1, wherein a maximum value of the angle of rotation (φ) smaller than or equal to 90° is not exceeded.
4. Method according to one of Claims 2 to 3, wherein the maximum value of the angle of rotation (φ) is dependent on the material nature of the frozen charge (5).

5. Method according to one of Claims 1 to 4, wherein the grinding pipe (1) is abruptly braked a number of times.
6. Method according to one of Claims 1 to 5, wherein the grinding pipe (1) is abruptly braked during a downwardly directed movement phase of the frozen charge (5) brought about by a rotation of the grinding pipe (1).
7. Method according to one of Claims 1 to 6, wherein the grinding pipe (1) is braked abruptly to a standstill.
8. Method according to one of the preceding claims, wherein the same motor is used for detaching the frozen charge (5) as for rotating the grinding pipe (1) during grinding operation.
9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the frozen charge (5) is wetted.
10. Control device (3) for the drive device (2) of a grinding pipe (1) for carrying out a method according to one of the preceding claims.
11. Control device (3) according to Claim 10, **characterized in that** it has means for defining an operating cycle for the grinding pipe (1).
12. Control device (3) according to Claim 10 or 11, **characterized in that** it has a field-oriented regulating arrangement.
13. Drive device (2) for a grinding pipe (1) with a control device (3) according to one of Claims 10 to 12.

14. Drive device (2) according to Claim 13, **characterized in that** it has a motor which drives the grinding pipe (1) both during grinding operation and for detaching the frozen charge (5).
15. Drive device (2) according to Claim 14, **characterized in that** the motor is coupled to a converter.
16. Drive device (2) according to Claim 14 or 15, **characterized in that** the motor is a ring motor.

Revendications

1. Procédé pour détacher une charge (5) collée de la paroi intérieure d'un tube (1) broyeur, le dispositif (2) d'entraînement du tube (1) broyeur étant commandé pour détacher d'une manière appropriée la charge (5) collée, l'angle (φ) de rotation et la vitesse de rotation du tube (1) broyeur étant modifiés par le dispositif (2) d'entraînement et le tube (1)

- broyeur étant freiné d'une manière abrupte au moins une fois à un angle (φ) de rotation donné à l'avance.
2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel une valeur absolue maximum de l'angle (φ) de rotation plus petite que 180° n'est pas dépassée. 5
 3. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel une valeur absolue maximum de l'angle (φ) de rotation inférieure ou égale à 90° n'est pas dépassée. 10
 4. Procédé suivant l'une des revendications 2 à 3, dans lequel la valeur absolue maximum de l'angle (φ) de rotation dépend de la propriété du matériau de la charge (5) collée. 15
 5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, dans lequel on effectue plusieurs fois un freinage d'une manière abrupte du tube (1) broyeur. 20
 6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, dans lequel on effectue le freinage d'une manière abrupte du tube (1) broyeur pendant une phase de déplacement de la charge (5) collée, dirigée vers le bas et due à une rotation du tube (1) broyeur. 25
 7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6, dans lequel on freine le tube (1) broyeur d'une manière abrupte jusqu'à l'arrêt. 30
 8. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel pour détacher la charge (5) collée, on utilise le même moteur que pour faire tourner le tube (1) broyeur en fonctionnement en broyeur. 35
 9. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on humidifie la charge (5) collée.
 10. Dispositif (3) de commande du dispositif (2) d'entraînement d'un tube (1) broyeur pour effectuer un procédé suivant l'une des revendications précédentes. 40
 11. Dispositif (3) de commande suivant la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** a des moyens pour prescrire un cycle de marche du tube (1) broyeur. 45
 12. Dispositif (3) de commande suivant la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'il** a un dispositif de régulation par champ. 50
 13. Dispositif (2) d'entraînement d'un tube (1) broyeur ayant un dispositif (3) de commande suivant l'une des revendications 10 à 12. 55
 14. Dispositif (2) d'entraînement suivant la revendication 13, **caractérisé en ce qu'il** a un moteur qui entraîne le tube (1) broyeur, à la fois en fonctionnement broyeur et pour détacher la charge (5) collée.
 15. Dispositif (2) d'entraînement suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** le moteur est couplé à un convertisseur.
 16. Dispositif (2) d'entraînement suivant la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** le moteur est un moteur en anneau.

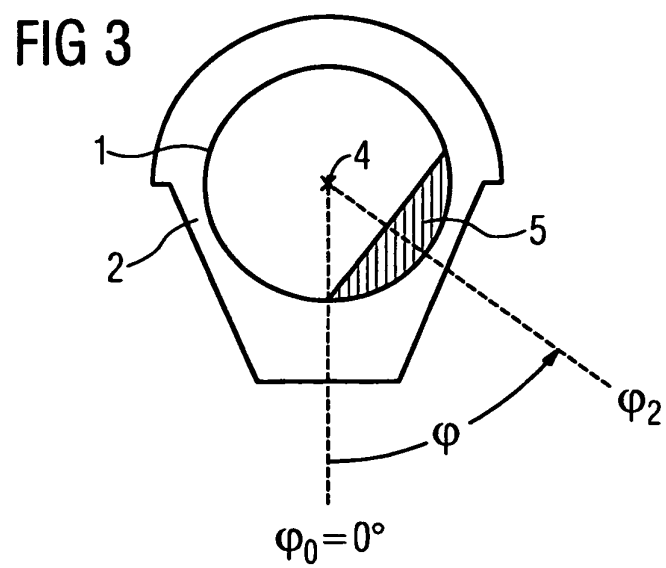
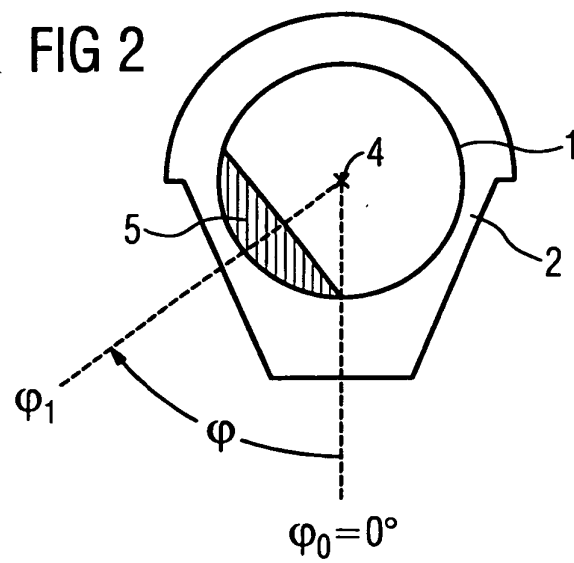
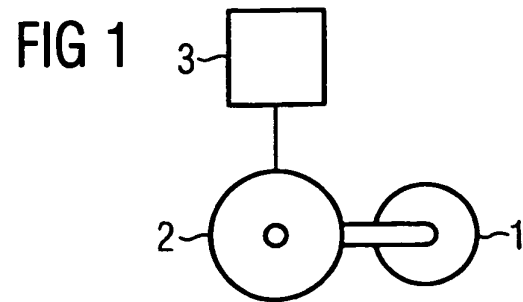


FIG 4

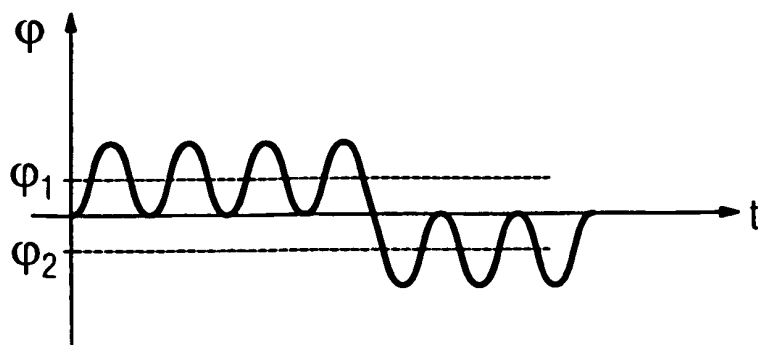


FIG 5

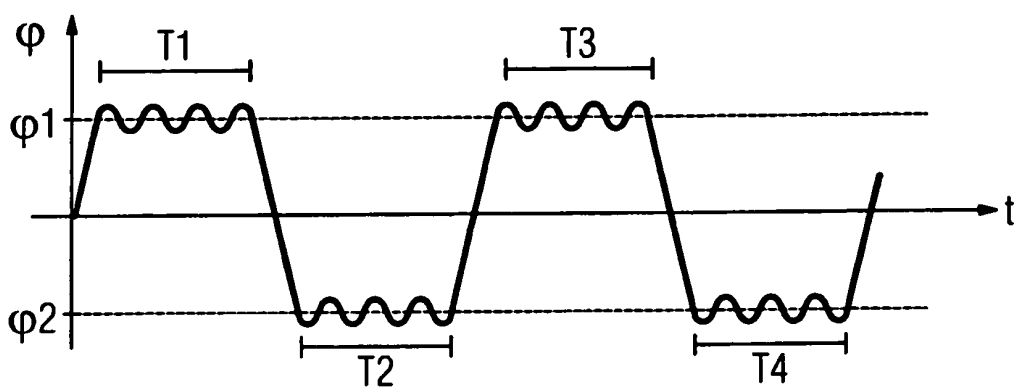
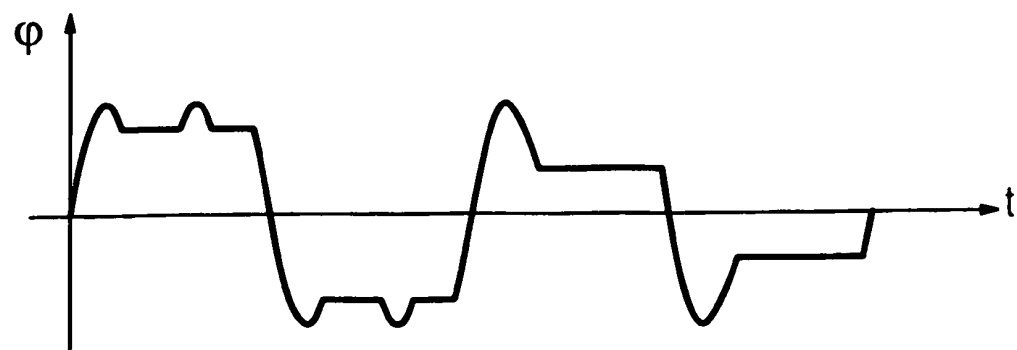


FIG 6



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

- DE 3528409 A1 [0003]
- US 20030052205 A1 [0005]