

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①

Veröffentlichungsnummer: **0 173 271**
B1

②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
07.12.88

⑤

Int. Cl. 4: **B 02 C 17/16**

⑥

Anmeldenummer: **85110652.6**

⑦

Anmeldetag: **24.08.85**

⑤

Ringspalt-Kugelmühle.

⑩

Priorität: **29.08.84 DE 3431636**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.03.86 Patentblatt 86/10

⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.12.88 Patentblatt 88/49

⑧

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑥

Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 848 479
DE-A- 3 022 809
GB-A- 2 016 953

⑦

Patentinhaber: **Reibold & Strick GmbH & Co. KG,**
Kunftstrasse 4, D-5000 Köln 91 (DE)

⑦

Erfinder: **Fabian, Peter, Am Jesuitenhof 10, D-5300 Bonn (DE)**
Erfinder: **Hoffmann, Karl-Helz, Ückinghovener Strasse 71, D-4049 Rommerskirchen (DE)**

⑦

Vertreter: **Schönwald, Karl, Dr.-Ing. et al,**
Deichmannhaus, D-5000 Köln 1 (DE)

EP 0 173 271 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Ringspalt-Kugelmühle zum kontinuierlichen Feinstzerkleinern insbesondere von mineralischen Hartstoffen mit einem von einem Deckel verschlossenen, stehenden Mahlbehälter, in dem ein Rotor angeordnet ist, dessen kegelförmige Aussenfläche mit der kegelförmigen Innenfläche des Mahlbehälters einen Mahlspace begrenzt, der mit einer Speiseöffnung verbunden ist und der Mahlperlen enthält, wobei der Rotor ein Oberteil aufweist, dessen Form der Innenfläche des Deckels angeglichen ist und in dessen Bereich eine Auslassöffnung angeordnet ist.

Mineralische Hartstoffe (Mohssche Härte > 5), wie Korund, Zirkoniumdioxid, Aluminiumoxid, Siliciumcarbid und ähnliche Stoffe, werden bisher vorwiegend in Kugelmühlen mit Eisenkugeln feinstzerkleinert. Hierbei sind beträchtliche Verweilzeiten des Gutes im Mahlraum erforderlich, und alle mit dem Mahlgut und den Eisenkugeln in Berührung kommenden Teile unterliegen sehr starkem Verschleiss. Ausserdem ist der Mahlvorgang mit störender Geräuschentwicklung verbunden. Ein weiterer Nachteil solcher Kugelmühlen besteht darin, dass der Abrieb der Eisenkugeln in das Mahlgut gelangt und in chemischen Waschprozessen auf komplizierte Weise herausgewaschen werden muss.

Ringspalt-Kugelmühlen der eingangs erwähnten Art (DE-OS 28 48 479) sollen zwar gegenüber den herkömmlichen Kugelmühlen eine Verbesserung darstellen, sind zum Feinstzerkleinern von mineralischen Hartstoffen aber wenig geeignet und nur bei der Zerkleinerung von sehr viel weichen Stoffen, z.B. Kreide und dergleichen, wirtschaftlich. Dies ist vor allem auf das Verhalten der Mahlkugeln oder Mahlperlen in dem Mahlspace zurückzuführen. Die zusammen mit dem Mahlgut durch die Speiseöffnung von unten oder durch eine Hohlwelle des Rotors von oben in den Mahlspace eingepumpten Mahlperlen bewegen sich zwar zunächst durch den Druck der Speisepumpe, mit der die Mahlgutsuspension in die Ringspalt-Kugelmühle gedrückt wird, sowie durch die Rotationsbewegung des Rotors in dem Mahlspace nach oben, sacken jedoch bei Nachlassen des Pumpendruckes durch Schwerkraft nach unten und lassen einen Mahlvorgang im oberen Teil des Mahlspace gar nicht stattfinden. Will man dies verhindern, muss der Speisepumpendruck bzw. der Mahlgutdurchfluss derart erhöht werden, dass zwar die Mahlperlen auch im oberen Teil des Mahlspace gehalten werden; dann besteht aber die Gefahr, dass die Mahlperlen zusammen mit dem Mahlgut ausgetragen werden, was wiederum die Mahlleistung reduziert. Erfahrungsgemäss wird daher bei einer mittleren Durchflussgeschwindigkeit des Mahlgutes nur etwa die untere Hälfte des Mahlspace für den Mahlvorgang ausgenutzt, und die theoretisch erzielbare Mahlleistung ist demgemäss nur etwa zur Hälfte realisiert. Ausserdem bewirkt die hohe Packungsdichte der Mahlperlen im unteren Teil

des Mahlspace einen hohen Abrieb an der Oberfläche des Rotors und des Mahlbehälters, und es kann, insbesondere nach einer kurzen Stillstandszeit des Rotors oder der Speisepumpe, sogar zu Blockierungen des Rotors kommen. Dieses Risiko soll bei der vorgenannten Ringspalt-Kugelmühle dadurch reduziert werden, dass der Rotor an seinem unteren Ende mit einem Flügelpumpenrad versehen ist. Das Flügelpumpenrad verstärkt jedoch nur einen weiteren Nachteil dieser Ringspalt-Kugelmühle, der darin besteht, dass Mahlperlen, die nicht nach unten sacken, mit dem Mahlgut verstärkt zur Auslassöffnung gepumpt werden und auch dadurch für den Mahlvorgang verloren sind. Überdies unterliegt das Flügelpumpenrad einem starken Verschleiss durch Mahlperlen und Mahlgut. Bisweilen werden zur Zurückhaltung der Mahlperlen in dem Mahlspace Siebe benutzt, die jedoch den Mahlgutaustrag behindern und sogar verhindern können, wenn sie mit Mahlgut und Mahlperlen zugesetzt sind.

Für eine einheitliche Mahlgutströmung durch den Mahlraum soll bei der erwähnten Ringspalt-Kugelmühle ein verhältnismässig hoher Sammelraum über dem Rotor sorgen, der durch die konvex gekrümmte Stirnfläche des Oberteiles des Rotors und die entsprechend konvex gekrümmte Innenfläche des Deckels des Mahlbehälters begrenzt wird und mit dem die Auslassöffnung direkt verbunden ist. Zur Zurückhaltung der Mahlperlen im Mahlspace kann dieser Sammelraum keinen Beitrag leisten.

Die durch Verdichtung der Mahlperlen am unteren Ende eines zur Senkrechten schräg gerichteten, ringförmigen Mahlspace bewirkte Erschwerung des Anfahrens des Rotors und das Einschleifen von Verschleissmarkierungen an Rotor und Mahlbehälter sollen bei einer anderen Ringspalt-Kugelmühle (DE-OS 30 22 809) dadurch verhindert werden, dass Rotor und Mahlbehälter im Bedarfsfalle zur Verbreiterung des Mahlspace axial auseinandergezogen werden. Zu diesem Zweck sind komplizierte technische Vorkehrungen nötig, die die Ringspalt-Kugelmühle verteuern. Eine Erhöhung der Leistung der Mahlperlen in dem Mahlspace, d.h. die Ausnutzung der gesamten Mahlspacehöhe für den Mahlvorgang, wird jedoch hiermit nur in geringem Umfang erzielt; denn die in dem abwärts/auswärts gerichteten Mahlspace befindlichen Mahlperlen folgen dem Mahlgutstrom und wirken nicht, wie in dem aufwärts gerichteten Mahlspace, diesem entgegen, so dass in diesem Teil des Mahlspace nur geringe Arbeit geleistet wird.

Eine andere bekannte Ringspalt-Kugelmühle (DE-OS-28 11 899) weist einen Mahlgutbehälter auf, dessen Innenfläche einen Mahlraum begrenzt, in den ein kegelförmiger Mitnahmekörper eintaucht, wobei die Innenfläche des Mahlgutbehälters und der Verdrängungskörper als ringförmige Doppelkegel ausgebildet sind. Als eventuelle weitere Ausführungsform können die den Mahlraum begrenzenden Flächen mit Aufrauungen bzw. Erhebungen oder Vertiefungen, wie

Rippen, Rillen, Stiften und dergleichen, versehen sein, doch würde dies gerade beim Mahlen von Hartstoffen zu einem untragbaren Verschleiss führen. Weder die Ringspalt-Kugelmühle selbst noch diese spezielle Ausführungsart sind somit zur Feinzerkleinerung von mineralischen Hartstoffen geeignet.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine Ringspalt-Kugelmühle der eingangs erwähnten Art so zu verbessern, dass sie durch Erhöhung der Leistung der Mahlperlen in dem Mahlspace eine wirtschaftlich und technisch optimale Feinstzerkleinerung auch von mineralischen Hartstoffen ermöglicht. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Oberteil des Rotors und der Deckel kegelförmig gestaltet sind und einen ringförmigen Auslaufspalt begrenzen, dessen unteres Ende grössten Durchmessers in eine ringförmige Kammer am offenen oberen Ende grössten Durchmessers des Mahlspace mündet.

Mit einer in dieser Weise ausgebildeten Ringspalt-Kugelmühle kann beliebiges mineralisches Hartmaterial, wie Korund, Zirkoniumdioxid, Aluminiumoxid, Siliciumcarbid und dergleichen, wirtschaftlich feinstzermahlen werden, weil die gesamte Höhe des Mahlspace für den aktiven Mahlvorgang der Mahlperlen ausgenutzt wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Hydrodynamik und Zentrifugalkraft als Folge der konischen Ausbildung des Rotors und seines Oberteils eine Saugkraft erzeugen, die der Schwerkraft der Mahlperlen entgegenwirkt und deren Absinken in den Mahlspace verhindert. Der Mahlspace wird 100%ig für den Mahlvorgang ausgenutzt, weil er sogar bei langsam rotierendem Rotor in seiner gesamten Höhe und Breite von Mahlperlen durchsetzt ist und weil eine Austragung von Mahlperlen mit dem Mahlgut durch die Auslassöffnung und damit eine Reduzierung der Mahlperlenmenge bzw. der Mahlwirkung wirksam verhindert wird. Letzteres ist darauf zurückzuführen, dass ein vorgegebener Mahlperlenüberschuss sich in der radialen ringförmigen Kammer am oberen Ende des Mahlspace, d.h. im Bereich des grössten Rotordurchmessers, sammelt und dort eine schwimmende Sperrschicht bildet, die die aktiven Mahlperlen im Mahlspace zurückhält, ohne nach der Art eines Siebes oder dergleichen den Austritt des feinstgemahlten Stoffes aus dem Mahlspace in Richtung der Auslassöffnung zu behindern. Das nach der ringförmigen Kammer durch den schmalen Auslaufspalt zwischen Rotoroberteil und Deckel nach oben zur Auslassöffnung bewegte Mahlgut enthält praktisch keine Mahlperlen, so dass eine nachträgliche Trennung von Mahlperlen und Mahlgut entfällt. Selbst wenn die Breite des Auslaufspace grösser ist als der Mahlperlendurchmesser, werden die Mahlperlen nicht durch den Auslaufspalt nach oben gefördert, weil sie durch die Schwerkraft bzw. Zentrifugalkraft in der radialen ringförmigen Kammer zurückgehalten werden. Bei der erfindungsgemässen Ringspalt-Kugelmühle ergeben sich verlängerte Verweilzeiten, weil mit niedrige-

ren Umfangsgeschwindigkeiten des Rotors und geringerer Speisepumpenleistung gearbeitet werden kann. Das Mahlgut zwischen den Mahlperlen bewegt sich entsprechend ganz langsam nach oben, und es ergibt sich ein enges Kornspektrum des Mahlgutes. Die erfindungsgemässe Ringspalt-Kugelmühle arbeitet ausserordentlich gut mit Mahlperlen verschiedener Grösse, wobei die groben, schwereren Mahlperlen unten im Mahlspace vorzugsweise grobe Teile des Mahlgutes vermahlen und die feinen, leichteren Mahlperlen oben im Mahlspace vorzugsweise feinere Teile vermahlen, weil die Zentrifugalkraft und damit der Auftrieb der leichteren Partikel nach oben zunimmt. Bei nunmehr ausreichend langer Verweilzeit des Gutes in dem Mahlspace wird das Hartmaterial in kurzer Zeit in Pulver gewünschter Feinheit zermahlen und in kontinuierlichem Strom ausgetragen. Entsprechend der höheren Füllung im Mahlspace ist auch die Ausnutzung der dem Rotor zugeführten Energie grösser und der Betrieb der Ringspalt-Kugelmühle wirtschaftlicher.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Oberteil und die Innenfläche des Deckels Kegelstumpfform aufweisen.

Es hat sich als optimal erwiesen, dass Mahlspace und Auslaufspalt jeweils parallelförmig ausgebildet sind und dass der Mahlspace breiter ist als der Auslaufspalt. Weitere Ausgestaltungen des Mahlspace und des Auslaufspace können jedoch zur Anpassung an den zu mahlenden mineralischen Hartstoff zweckmässig sein. Es kann sich der Mahlspace nach oben verbreitern, während der Auslaufspalt parallelförmig ist. Auch ist es möglich, dass der Mahlspace und der Auslaufspalt sich jeweils nach oben verbreitern. Ferner kann der Mahlspace sich nach oben verbreitern, während der Auslaufspalt sich nach oben verengt. In allen Fällen ist die ringförmige Kammer vorhanden, die in Verbindung mit dem gegenläufigen Konus des Rotoroberteils die Sperrschicht von Mahlperlen aufnimmt und den Austrag von aktiven Mahlperlen aus dem Mahlspace verhindert.

Vorteilhafterweise befindet sich die ringförmige Kammer im Bereich der Teilungsfuge von Mahlbehälter und Deckel, so dass nach Abnahme des Deckels die Mahlperlen aus der offenen Hälfte der Kammer herausgenommen werden können. Die ringförmige Kammer ist mit mindestens einer Öffnung zum Einlass von Mahlperlen ausgestattet, so dass diese separat dem in den Mahlspace eingeführten Mahlgut von oben zugegeben werden. Hierdurch wird die Verhinderung des Absackens der Mahlperlen auf den Boden des Mahlbehälters unterstützt. Ausserdem wird eine Erleichterung bei der Beschickung der Ringspalt-Kugelmühle mit dem zu zerkleinernden Gut erzielt, weil dieses nicht, wie bisher nötig, erst mit den Mahlperlen vermischt und dann mit diesen gemeinsam eingespeist werden muss.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass die ringförmige Kammer im wesentlichen parallelwandig und an ihrer umfangsmässigen Stirnflä-

che konvex abgerundet ist. Diese Form der Kammer bietet eine Anpassung an die Kugelform der Mahlperlen derart, dass deren Abrieb minimiert wird.

Das Verhältnis der Höhe des Oberteiles zur Gesamthöhe von Rotor und Oberteil beträgt 0,2 bis 0,5:1. Das Oberteil ist also kürzer als der Rotor. Zweckmässigerweise verläuft die konische Aussenfläche des Rotors unter einem Winkel von 40° bis 85°, vorzugsweise 60° bis 80°, insbesondere 70° bis 80° zur Senkrechten. Die Konusneigung des Rotors wird der Art des zu zerkleinernden Hartstoffes angepasst, und die Konusneigung des Oberteiles ergibt sich durch das Verhältnis seiner Höhe zur Gesamthöhe entsprechend.

Die Innenfläche des Mahlbehälters und des Deckels sowie die Aussenfläche des Rotors und seines Oberteiles weisen feinraue Oberflächen auf. Dies bedeutet, dass sie keinesfalls besonders glatt sein dürfen, aber auch nicht besonders rau sein sollten. Die Feinrauhigkeit kann durch eine geeignete Beschichtung der Oberflächen, beispielsweise mit Polyurethan, erzielt werden, die als Korrosions- und Verschleisschutzschicht dient. Zur Vermeidung von Wärmestaus kann der Rotor innen belüftet sein. Ausserdem können der Mahlbehälter und der Deckel von einem Kühlflüssigkeitsmantel umgeben sein. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt. Es zeigen: Fig. 1 einen Längsschnitt einer Ringspalt-Kugelmühle, Fig. 2, 3 und 4 Längsschnitte von Ringspalt-Kugelmühlen mit anderen Gestaltungen des Mahlspaltes und des Auslaufspaltes.

An einem beliebigen Gestell 10 ist über einen Arm 11 eine Ringspalt-Kugelmühle 1 aufgehängt, die im wesentlichen aus einem stillstehenden kegelstumpfförmigen Mahlbehälter 12 und einem kegelstumpfförmigen Rotor 13 besteht, der an seinem breiten oberen Ende bündig mit dem breiten unteren Ende eines kegelstumpfförmigen Oberteiles 14 zusammengesetzt ist, dessen Höhe geringer als die Höhe des Rotors 13 ist. Das Oberteil 14 wird mit geringem Abstand von einem Deckel 15 abgedeckt, der lösbar auf dem Mahlbehälter 12 befestigt und der konischen Schrägneigung des Oberteiles 14 angepasst ist. Das obere Ende des Oberteils 14 greift an eine senkrechte Welle 16 an, die Rotor 13 und Oberteil 14 freifliegend in dem Mahlbehälter 12 lagert und den Antrieb eines Motors 17 auf Oberteil 14 und Rotor 13 überträgt. Die gesamte Innenfläche des Mahlbehälters 12 und des Deckels 15 ist mit einer verschleiss- und korrosionsfesten Auskleidung 18, 19 versehen, die eine feinraue Oberfläche hat und z.B. aus Polyurethan bestehen kann. Die Aussenfläche des Rotors 13 und seines Oberteiles 14 ist mit einer entsprechend feinrauen Oberfläche ausgestattet, die der Deutlichkeit halber nicht gezeichnet ist.

Zwischen der Aussenfläche des Rotors 13 und der Innenfläche des Mahlbehälters 12 ist ein parallelwandiger ringförmiger Mahlspace 20 vorgesehen, der über einen waagerechten Zwischenraum 22 zwischen den ebenen Böden des Mahl-

behälters 12 und des Rotors 13 mit einer unteren zentralen Speiseöffnung 21 für das Mahlgut in Verbindung steht. Zwischen dem Oberteil 14 und dem Deckel 15 bzw. seiner Beschichtung 19 ist ein ebenfalls parallelfächiger Auslaufspalt 23 vorhanden, dessen Breite geringer ist als die Breite des Mahlspace 20 und der sich über die ganze Höhe des Oberteiles 14 erstreckt. Das untere Ende des nach unten divergierenden Auslaufspaltes 23 und das obere Ende des nach oben divergierenden Mahlspace 20 münden in eine ringförmige Kammer 24, die im wesentlichen in den Auskleidungen 18 und 19 ausgearbeitet ist. Ihre obere und untere Wand sind eben und zueinander parallel; ihre äussere Stirnfläche 25 verläuft konvex gekrümmt. Da die Kammer 24 auf der Teilungsfuge zwischen Deckel 15 und Mahlbehälter 12 liegt, lässt sie sich durch Abnahme des Deckels 15 öffnen. In die Teilungsfuge 26 ist eine Distanzscheibe 27 eingesetzt, die gegen eine Distanzscheibe anderer Dicke ausgetauscht werden kann, um zur Änderung der Breite des Mahlspace 20 den Mahlbehälter 12 in bezug auf den Rotor 13 mehr oder weniger anzuheben oder abzusenken. Die Kammer 24 ist durch eine Öffnung 28 im Deckelflansch zugänglich. Durch diese Öffnung 28 werden Mahlperlen in den Mahlspace 20 eingeführt, wenn der Rotor 13 mit Oberteil 14 rotiert und durch die Speiseöffnung 21 zu zerkleinernde mineralische Hartstoffe von unten in den Mahlspace 20 eingebracht worden sind.

Die Welle 16 durchquert eine Austragkammer 29 in einem Stutzen 30, der an den Deckel 15 angeflanscht ist. In der Wand des Stutzens 30 befindet sich eine Auslassöffnung 31 für das feingemahlene Gut, das aus dem Auslaufspalt 23 in die Austragkammer 29 hineingedrückt wird. Am oberen Ende des Stutzens 30 sind Leitbleche 32, 33 angeordnet, die Entlüftungsschlitze bilden.

Der Mahlbehälter 12 wird von einem Gehäuse 34 umschlossen, das einen Kühlwasserzulauf 35 und einen Kühlwasserauslass 36 aufweist. Auch der Deckel 15 ist von einem Gehäuse 37 umgeben, das mit einem Kühlwasserzulauf 38 und einem Kühlwasserauslass 39 versehen ist.

Beim Betrieb der Ringspalt-Kugelmühle 1 versetzt zunächst der Motor 17 den Rotor 13 mit Oberteil 14 in Drehung, dann wird durch die Speiseöffnung 21 Mahlgut (Schlicker) in den Mahlspace 20 eingeführt, und anschliessend werden durch die Öffnung 28 Mahlperlen zugegeben, die aus dem gleichen Material wie das zu zerkleinernde Gut bestehen können, damit der Abrieb der Mahlperlen das Mahlgut nicht verunreinigt und hochreine Stoffe erzeugt werden. Da durch die konische Ausbildung des Rotors 13 und seines Oberteils 14 am oberen Ende des Mahlspace 20 die höchste Umfangsgeschwindigkeit erreicht wird, ergibt sich ein nach oben gerichteter Saugeffekt, der ein Absinken der Mahlperlen im Mahlspace 20 verhindert. Ein Überschuss an Mahlperlen wird in der Kammer 24 gesammelt, so dass eine schwimmende Sperrschicht entsteht, die einen Austritt von Mahlperlen aus dem Mahlspace 20 verhindert. Die im Mahlspace 20 be-

findlichen Mahlperlen füllen den Mahlpalt 20 über seine ganze Höhe aus, so dass dieser 100%ig für den Mahlvorgang ausgenutzt wird und das Mahlgut während seiner Verweilzeit im Mahlpalt 20 einem maximalen Mahlangriff ausgesetzt ist. Mahlperlen, die beispielsweise durch Abrieb so klein geworden sind, dass sie in den Auslaufspalt 23 passen, werden durch die Zentrifugalkraft in die Kammer 24 zurückgeführt, so dass das aus der Auslassöffnung 31 austretende Pulver keine Mahlperlen enthält und ohne Nachbehandlung wie Waschen oder Sieben in seinem gewünschten Endzustand vorliegt. Da die Mahlperlen zuverlässig an einer Sedimentation im Mahlpalt gehindert werden, ist die Gefahr von Anlaufschwierigkeiten oder Blockierung des Rotors gebannt. Der Verschleiss der Teile ist entsprechend gering. Mit geringer Energieaufnahme werden hohe Mahlleistungen bei mineralischen Hartstoffen erzielt, wobei die Länge der Verweilzeit des Gutes in dem Mahlpalt durch passende Wahl der Umfangsgeschwindigkeit und der Breite des Mahlpaltes eingestellt werden kann. Der Zerkleinerungsgrad lässt sich durch die Grösse der Mahlperlen beeinflussen, die gegebenenfalls unterschiedlich sein kann, wodurch eine stufenweise Zerkleinerung erreicht wird, weil grobe Mahlperlen im unteren Teil der Ringspalt-Kugelmühle vorzugsweise die groben Teile mahlen und feinere Mahlperlen im oberen Teil vorzugsweise die feineren Teile zerkleinern.

Bei den Beispielen der Figuren 2, 3 und 4 soll die Ausbildung der Ringspalt-Kugelmühlen 2, 3, 4 im wesentlichen der Konstruktion nach Fig. 1 entsprechen. Es sind lediglich mögliche Abwandlungen der Querschnitte von Mahlpalt und Auslaufspalt im Schema dargestellt, die je nach der Art des zu zerkleinernden mineralischen Hartstoffes vorteilhaft sein können. In allen Fällen ist die ringförmige radiale Kammer 24 vorhanden, die die Mahlperlenspererschicht aufnimmt und sich am Übergang zwischen Mahlpalt 20a, 20b, 20c zum Auslaufspalt 23a, 23b, 23c befindet. Dieser Übergang ist im wesentlichen identisch mit der Äquatorlinie zwischen Rotor 13a, 13b, 13c und Oberteil 14a, 14b, 14c.

Bei dem Beispiel der Fig. 2 verbreitert sich der Mahlpalt 20a nach oben, während der Auslaufspalt 23a parallellflächig ist.

Gemäss Fig. 3 ist der Mahlpalt 20b oben breiter als unten, und der Auslaufspalt 23b verbreitert sich ebenfalls nach oben.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit, nach der der Mahlpalt 20c sich wie die Mahlpalte 20a und 20b nach oben verbreitert, der Auslaufspalt 23c jedoch nach oben enger wird und mit einem breiteren unteren Ende in die Kammer 24 mündet.

Der Winkel der Abschrägung des Rotors 13, 13a, 13b, 13c zur Senkrechten beträgt vorteilhafterweise 70° bis 80°. Bei dieser Neigung werden die besten Mahlergebnisse erreicht.

Patentansprüche

1. Ringspalt-Kugelmühle (1) zum kontinuierlichen Feinstzerkleinern insbesondere von mineralischen Hartstoffen mit einem von einem Deckel (15) verschlossenen, stehenden Mahlbehälter (12), in dem ein Rotor (13) angeordnet ist, dessen kegelförmige Aussenfläche mit der kegelförmigen Innenfläche des Mahlbehälters (12) einen Mahlpalt (20) begrenzt, der mit einer Speiseöffnung (21) verbunden ist und der Mahlperlen enthält, wobei der Rotor (13) ein Oberteil (14) aufweist, dessen Form der Innenfläche des Deckels (15) angeglichen ist und in dessen Bereich eine Auslassöffnung (31) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (14, 14a, 14b, 14c) des Rotors (13, 13a, 13b, 13c) und der Deckel (15) kegelförmig gestaltet sind und einen ringförmigen Auslaufspalt (23, 23a, 23b, 23c) begrenzen, dessen unteres Ende grössten Durchmessers in eine ringförmige Kammer (24) am offenen oberen Ende grössten Durchmessers des Mahlpaltes (20, 20a, 20b, 20c) mündet.

2. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (14, 14a, 14b, 14c) und die Innenfläche des Deckels (15) Kegelstumpfform aufweisen.

3. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlpalt (20) und der Auslaufspalt (23) jeweils parallellflächig ausgebildet sind und dass der Mahlpalt (20) breiter ist als der Auslaufspalt (23).

4. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlpalt (20a) sich nach oben verbreitert und dass der Auslaufspalt (23a) parallellflächig ist.

5. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlpalt (20b) und der Auslaufspalt (23b) sich jeweils nach oben verbreitern.

6. Ringspalt-Kugelmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlpalt (20c) sich nach oben verbreitert und dass der Auslaufspalt (23c) sich nach oben verengt.

7. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Kammer (24) sich im Bereich der Teilungsfuge (26) von Mahlbehälter (12) und Deckel (15) befindet.

8. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Kammer (24) mindestens eine Öffnung (28) zum Einlass von Mahlperlen aufweist.

9. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Kammer (24) im wesentlichen parallelwandig und an ihrer umfangsmässigen Stirnfläche (25) konvex abgerundet ist.

10. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Höhe des Oberteils (14, 14a, 14b, 14c) zur Gesamthöhe von Rotor (13, 13a, 13b, 13c) und Oberteil (14, 14a, 14b, 14c) 0,2 bis 0,5:1 beträgt.

11. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die konische Aussenfläche des Rotors (13, 13a, 13b, 13c) unter einem Winkel von 40° bis 85°, vorzugsweise 60° bis 80°, insbesondere 70° bis 80° zur Senkrechten verläuft.

12. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenfläche des Mahlbehälters (12) und des Deckels (15) sowie die Aussenfläche des Rotors (13, 13a, 13b, 13c) und seines Oberteils (14, 14a, 14b, 14c) feinrauhe Oberflächen aufweisen.

13. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslaufspalt (23) an seinem oberen Ende in eine Austragkammer (29) mündet, an die die Auslassöffnung (31) angeschlossen ist.

14. Ringspalt-Kugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlbehälter (12) und der Deckel (15) von einem Kühlflüssigkeitsmantel umgeben sind.

Claims

1. Annular gap-type ball mill (1) for continuously pulverizing in particular mineral hard materials comprising an upright grinding container (12) closed by a cover (15), and accommodating a rotor (13) whose cone-shaped outer surface defines with the inner cone-shaped surface of the grinding container (12) a grinding gap (20) communicating with a feed aperture (21), and containing grinding pellets, the rotor (13) having a top portion (14) being adapted in its shape to the inner surface of the cover (15) and including in its range an outlet opening (31), characterized in that the top portion (14, 14a, 14b, 14c) of said rotor (13, 13a, 13b, 13c) and said cover (15) are cone-shaped and define an annular discharge gap (23, 23a, 23b, 23c) whose lower, maximum diameter end terminates in an annular chamber (24) at the open upper, maximum diameter end of the grinding gap (20, 20a, 20b, 20c).

2. Annular gap-type ball mill according to claim 1 characterized in that the shape of the top portion (14, 14a, 14b, 14c) and of the inner surface of the cover (15) is frusto-conical.

3. Annular gap-type ball mill according to claim 1 or 2, characterized in that the grinding gap (20) and the discharge gap (23) are each of a parallel-sided design, and that the grinding gap (20) is broader than the discharge gap (23).

4. Annular gap-type ball mill according to claim 1 or 2, characterized in that the grinding gap (20 a) is flared to the top and that the discharge gap (23a) is parallel-sided.

5. Annular gap-type ball mill according to claim 1 or 2, characterized in that the grinding gap (20 b) and the discharge gap (23 b) are each flared to the top.

6. Annular gap-type ball mill according to claim 1 or 2, characterized in that the grinding gap (20 c) is flared to the top and the discharge gap (23 c) is contracted to the top.

7. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 6, characterized in that the annular chamber (24) is within the range of the partition joint (26) of the grinding container (12) and the cover (15).

8. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 7, characterized in that the annular chamber (24) contains at least one opening (28) for the inlet of the grinding pellets.

9. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 8, characterized in that the annular chamber (24) is substantially parallel-walled and its peripheral end face is rounded convexly.

10. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 9, characterized in that the ratio of the height of the top portion (14, 14a, 14b, 14c) to the overall height of rotor (13, 13a, 13b, 13c) and top portion (14, 14a, 14b, 14c) is 0.2 to 0.5:1.

11. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 10, characterized in that the conical outer surface of the rotor (13, 13a, 13b, 13c) extends at an angle of 40° to 85°, preferably of 60° to 80°, in particular of 70° to 80° relative to the vertical line.

12. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 11, characterized in that the inner surface of the grinding container (12) and of the cover (15) and the outer surface of the rotor (13, 13a, 13b, 13c) and of its top portion (14, 14a, 14b, 14c) are provided with fine roughened surfaces.

13. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 12, characterized in that the upper end of the discharge gap (23) terminates in a discharge chamber (29) to which the discharge opening (31) is connected.

14. Annular gap-type ball mill according to one of claims 1 to 13, characterized in that a cooling liquid jacket encloses the grinding container (12) and the cover (15).

Revendications

1. Broyeur à billes à passage annulaire (1) pour le broyage fin continu, en particulier de substances minérales dures, comportant un conteneur de broyage (12) vertical, fermé par un couvercle (15) et dans lequel est disposé un rotor (13) dont la surface extérieure conique limite, avec la surface intérieure conique du conteneur de broyage (12), un passage de broyage (20) qui est relié à une ouverture d'alimentation (21) et qui contient des perles de broyage étant précisé que le rotor (13) présente une partie supérieure (14) dont la forme est adaptée à la surface intérieure du couvercle (15) et dans la zone de laquelle est disposée une ouverture de sortie (31), caractérisé en ce que la partie supérieure (14, 14a, 14b, 14c) du rotor (13, 13a, 13b, 13c) et le couvercle (15) sont de forme conique et limitent un passage d'évacuation annulaire (23, 23a, 23b, 23c) dont l'extrémité inférieure, du diamètre le plus grand, débouche dans une chambre annulaire (24) située à l'extrémité supérieure ouverte, du diamètre le plus grand, du passage de broyage (20, 20a, 20b, 20c).

2. Broyeur à billes à passage annulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie supérieure (14,14a,14b,14c) et la surface intérieure du couvercle (15) présentent la forme d'un tronc de cône.

3. Broyeur à billes à passage annulaire selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le passage de broyage (20) et le passage d'évacuation (23) sont respectivement conçus à surface parallèle et en ce que le passage de broyage (20) est plus large que le passage d'évacuation (23).

4. Broyeur à billes à passage annulaire selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le passage de broyage (20a) s'élargit vers le haut et en ce que le passage d'évacuation (23a) est à surfaces parallèles.

5. Broyeur à billes à passage annulaire selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le passage de broyage (20b) et le passage d'évacuation (23b) s'élargissent chacun vers le haut.

6. Broyeur à billes à passage annulaire selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le passage de broyage (20c) s'élargit vers le haut et en ce que le passage d'évacuation (23c) va en se rétrécissant vers le haut.

7. Broyeur à billes à passage annulaire selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la chambre annulaire (24) se trouve dans la zone du joint de séparation (26) du conteneur de broyage (12) et du couvercle (15).

8. Broyeur à billes à passage annulaire selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la chambre annulaire (24) présente au moins une ouverture (28) pour l'introduction des perles de broyage.

9. Broyeur à billes à passage annulaire selon

l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la chambre annulaire (24) a ses parois sensiblement parallèles et présente une forme arrondie convexe à sa surface frontale périphérique (25).

10. Broyeur à billes à passage annulaire selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le rapport entre la hauteur de la partie supérieure (14,14a,14b,14c) et la hauteur totale du rotor (13,13a,13b,13c) et de la partie supérieure (14,14a,14b,14c) va de 0,2 à 0,5:1.

11. Broyeur à billes à passage annulaire selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la surface extérieure conique du rotor (13,13a,13b,13c) fait, par rapport à la verticale, un angle de 40° à 85°, de préférence 60° à 80°, en particulier 70° à 80°.

12. Broyeur à billes à passage annulaire selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la surface intérieure du conteneur de broyage (12) et de couvercle (15) ainsi que la surface extérieure du rotor (13,13a,13b,13c) et de sa partie supérieure (14,14a,14b,14c) présentent des surfaces à fine rugosité.

13. Broyeur à billes à passage annulaire selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le passage d'évacuation (23) débouche, à son extrémité supérieure, dans une chambre d'évacuation (29) à laquelle est raccordée l'ouverture de sortie (31).

14. Broyeur à billes à passage annulaire selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le conteneur de broyage (12) et le couvercle (15) sont entourés par une enveloppe de liquide de refroidissement.

40

45

50

55

60

65

7



