



DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD B 02 C / 268 387 8	15. 10. 84	18. 09. 85	04. 04. 96

(30) Unionspriorität:

—

(72) Erfinder: Krüger, Gerd, Dipl.-Ing., 01768 Schlottwitz, DE; Schuster, Matthias, Dipl.-Ing., 02633 Gaußig, DE; Kniest, Steffen, Dipl.-Ing., 01237 Dresden, DE

(73) Patentinhaber: Petzholdt-Heidenauer Maschinenfabriken GmbH, Thomas-Mann-Str. 2-4, 01809 Heidenau, DE; Technische Universität Dresden, Mommsenstr. 13, 01069 Dresden, DE

(54) Rührwerksmühle

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 2 813 781 C 2 DE-AS 1 757 953 DE 3 106 062 A 1 DE-OS 2 848 479

Erfindungsanspruch:

1. Rührwerksmühle, bestehend aus einem rotationssymmetrischen temperierbaren Mahlbehälter, in dessen Inneren ein als Hohlkörper ausgebildeter Rotor angeordnet ist, wobei zwischen dem Rotor und der Wandung des Mahlbehälters ein teilweise mit Mahlkörpern gefüllter enger Ringspalt als Mahlraum angeordnet ist, und sowohl die Mahlgutzuführung als auch die Mahlgutabführung an einer der Stirnseiten des Mahlbehälters angeordnet sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Wandung des Rotors (5) in mindestens zwei, auf die Länge des Rotors (5) verteilten Bereichen als Klassier- und Abtrenneinrichtung ausgebildet ist und der Innenraum (17) des Rotors (5) mit dem Innern einer rohrförmigen Rotorantriebswelle (11) verbunden ist, wobei die Rotorantriebswelle (11) selbst als Mahlgutabführelement ausgebildet ist.
2. Rührwerksmühle nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Wandung des Rotors (5) in maximal 6 Bereichen als Klassier- und Abtrenneinrichtung ausgebildet ist.
3. Rührwerksmühle nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Klassier- und Abtrenneinrichtungen als gleichmäßig über die Länge des Rotors (5) verteilte Spaltsiebe (14) ausgeführt sind.
4. Rührwerksmühle nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Rotor (5) aus Segmenten besteht, wobei ein Vollsegment (13) und ein Spaltsiebsegment (14) alternierend angeordnet sind.
5. Rührwerksmühle nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein ringförmiger Spalt zwischen der Rotorantriebswelle (11) und einer Öffnung (12) in der unteren Stirnfläche (10) des Mahlbehälters (2) als Mahlgutzuführeinrichtung ausgebildet ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Rührwerksmühle zur Zerkleinerung und Dispergierung von Flüssig-Feststoffgemischen, insbesondere für Lacke und Farben.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus der DE-OS 1 757 953 ist eine Rührwerksmühle bekannt, bei der auf der Rührwerkswelle im Austrittsteil des Mahlgutbehälters ein mitrotierendes ringförmiges Sieb angeordnet ist. Das Sieb dient zur Trennung des Mahlgut/Mahlkörpergemisches und ist mit einer Hohlwelle verbunden, die gegenüber dem Mahlraum abgedichtet ist. Außerhalb des Mahlraumes weist die Hohlwelle radial gerichtete Austrittsöffnungen auf. Diese Rührwerksmühle arbeitet nach folgendem Prinzip: Das Mahlgut tritt in den mit Mahlkugeln teilweise gefüllten Mahlraum ein. Durch die Bewegung der mit Rührorganen versehenen Rührwerkswelle wird das Mahlgut nach oben gefördert. Die Relativbewegungen zwischen Rührorganen, Mahlkörpern und Mahlgut führen zur mechanischen Beanspruchung des Mahlgutes und damit zu dessen Zerkleinerung. Im oberen Teil des Mahlraumes tritt das auf Endfeinheit zerkleinerte Mahlgut durch die Sieböffnung in das Innere der Hohlwelle und wird nach außen gefördert. Da nicht nur das Mahlgut, sondern auch die Mahlkörper und insbesondere die Rührorgane und das Sieb einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt sind, tritt an den genannten Elementen ein hoher Verschleiß auf. Die Teilchengrößenverteilung des Mahlgutes im oberen Teil des Mahlraumes ist auf Grund des großen Beanspruchungsspektrums sehr breit. Um diese Nachteile zu vermeiden, sind Rührwerksmühlen entwickelt worden, deren Mahlräume auf einen engen Ringspalt begrenzt sind und die frei von Rührorganen und Einbauten sind. Eine derartige Rührwerksmühle ist in der DE-OS 2 848 479 beschrieben. Das Mahlgut wird hier von unten eingetragen und durch ein Pumpenrad, das mit der als Hohlkörper ausgebildeten Rührwerkswelle integriert ist, zum Ringspalt gefördert. Der Zerkleinerungsprozeß ergibt sich aus den im Ringspalt auftretenden Scherströmungen, die im Ringspalt infolge des geringen Abstandes zwischen Rühreroberfläche und Behälterwandung um ein Vielfaches größer als in konventionellen Ringräumen sind. Diese bewirken eine höhere mechanische Beanspruchung des Mahlgut-/Mahlkörpergemisches und damit eine intensivere Zerkleinerung. Damit tritt unter anderem eine merkliche Verringerung des Verschleißes auf, wovon nicht nur die Mahlkörper, sondern auch Mahlbehälter und Rührer an den den Ringspalt begrenzenden Flächen betroffen sind. Nachteilig ist, daß sich die Mahlkörper vor der Trenneinrichtung stauen. Durch die geringe Breite des Ringspaltes ist eine Rückströmung nicht in dem erforderlichen Maße gewährleistet. In der DE-OS 3 106 062 wird deshalb vorgeschlagen, aus dem Mahlraum in der Nähe der Trenneinrichtung einen Rücklauf-Kanal anzuordnen, der in den Mahlgutzulauf-Kanal mündet. Damit werden mit den Mahlkörpern auch die noch nicht ausreichend zerkleinerten Mahlgutpartikel zurückgeführt und erneut dem Mahlvorgang unterzogen.

Alle genannten Lösungen haben den gemeinsamen Nachteil, daß die massenspezifische Energiezufuhr relativ hoch ist. Selbst in modernen Ringspaltmühlen sind die Energieverluste infolge einer Vielzahl von Faktoren, die die Energiebilanz negativ beeinflussen, zu hoch.

Eine Hauptursache ist, daß der am Anfang des Mahlvorganges entstehende Feingutanteil bis zum Austrag durch die Rührwerksmühle gefördert wird und dadurch den Mahlvorgang belastet, d. h. den Zerkleinerungsfortschritt hemmt.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Senkung des massenspezifischen Energieverbrauchs.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die den Zerkleinerungsfortschritt hemmenden Feingutanteile unmittelbar nach ihrem Entstehen aus dem Mahlprozeß zu entfernen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rührwerksmühle, bestehend aus einem rotationssymmetrischen, temperierbaren Mahlbehälter, in dessen Inneren ein als Hohlkörper ausgebildeter Rotor angeordnet ist, wobei zwischen dem Rotor und der Wandung des Mahlbehälters ein teilweise mit Mahlkörpern gefüllter enger Ringspalt als Mahlraum angeordnet ist, und sowohl die Mahlgutzuführung, als auch die Mahlgutabführung an einer der Stirnseiten des Mahlbehälters angeordnet sind und die Wandung des Rotors in mindestens zwei, auf die Länge des Rotors verteilten Bereichen als Klassier- und Abtrenneinrichtung ausgebildet ist und der Innenraum des Rotors mit dem Innern einer rohrförmigen Rotorantriebswelle verbunden ist, wobei die Rotorantriebswelle selbst als Mahlgutabführelement ausgebildet ist. Weiterhin ist die Wandung des Rotors in maximal 6 Bereichen als Klassier- und Abtrenneinrichtung ausgebildet, wobei die Klassier- und Abtrenneinrichtungen als gleichmäßig über die Länge des Rotors verteilte Spaltsiebe ausgeführt sind, der Rotor aus Segmenten besteht, wobei ein Vollsegment und ein Spaltsiebsegment alternierend angeordnet sind und ein ringförmiger Spalt zwischen der Rotorantriebswelle und der Öffnung in der unteren Stirnfläche des Mahlbehälters als Mahlgutzuführeinrichtung ausgebildet ist.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Rührwerksmühle besteht darin, daß unter Einsparung von Energie die Qualität des Mahlgutes verbessert wird. Das zeigt sich darin, daß sich die Teilchengrößenverteilung des Mahlgutes nach Zerkleinerungsprozeß enger gestaltet.

Ausführungsbeispiel

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in den nachfolgenden Zeichnungen näher dargestellt. Es zeigen

Fig. 1: eine Rührwerksmühle im Axialschnitt des Mahlbehälters

Fig. 2: einen Axialschnitt des Rotors der Rührwerksmühle nach Fig. 1

Fig. 3: eine Schnittdarstellung eines Spaltsiebsegmentes mit Arretierung

Fig. 4: eine Schnittdarstellung eines Zylindersegmentes anstelle eines Spaltsiebsegmentes.

Die in Fig. 1 dargestellte Rührwerksmühle besitzt einen vertikalen, rotationssymmetrischen Mahlbehälter 2, der zum Zwecke der Kühlung oder Beheizung doppelwandig ausgelegt ist. Im Mahlbehälter 2 ist ein Rotor 5 angeordnet, der unten auf nicht näher dargestellte Weise fliegend gelagert ist.

Der zwischen der Außenwand des Rotors 5 und der Innenwand des Mahlbehälters 2 gebildete Ringspalt 6, der mit Mahlkörpern 4 gefüllt als Mahlraum dient, sollte eine Breite von minimal 10 mm bis maximal 50 mm besitzen. Als Mahlkörper 4 dienen Kugeln. Der maximale Durchmesser der eingesetzten Mahlkörper 4 sollte 3 mm nicht überschreiten, das Schüttvolumen der Mahlkörper 4 sollte 80 % des Mahlraumvolumens betragen. Die Stirnflächen 7, 10 des Mahlbehälters 2 sind eben und frei von Einbauten. Die obere, als Deckel dienende Stirnfläche 7 ist mit der Zylinderwandung des Mahlbehälters 2 durch Verschrauben lösbar verbunden. In der oberen Stirnfläche 7 befindet sich weiterhin dezentral eine Einlaßöffnung 9 für die Mahlkörper 4.

Die untere Stirnfläche 10 besitzt eine zentrale Öffnung 12, durch die die Rotorantriebswelle 11 in den Mahlraum ragt. Diese Öffnung 12 besitzt einen kreisförmigen Querschnitt, und weist einen etwa doppelt so großen Durchmesser als die Rotorantriebswelle 11 auf. Der damit entstehende ringförmige Spalt ist in Verbindung mit dem Einlaufstutzen 1 als Mahlgutzuführung ausgebildet. Um ein Eindringen von Mahlkörpern 4 in den Einlaufstutzen 1 zu verhindern, wird die Öffnung 12 durch ein Sieb 3, vorzugsweise ein Maschensieb, oben abgedeckt. Die Maschenweite sollte dabei die Hälfte des Durchmessers der Mahlkörper 4 nicht überschreiten. Die untere Stirnfläche 10 ist außerdem mit einer dezentral angeordneten Auslaßöffnung 8 für die Mahlkörper 4 versehen. Die durch Verschraubung gewährleistete lösbare Verbindung zwischen unterer Stirnfläche 10 und der Wandung des Mahlbehälters 2 ermöglicht die Freilegung des Rotors 5.

Der zur Einleitung der zur Zerkleinerung erforderlichen Energie und zur Mahlgutabtrennung eingesetzte Rotor 5 ist in Fig. 2 näher dargestellt. Der Rotor 5 besteht aus der zentral angeordneten Rotorantriebswelle 11, auf die die einzelnen Segmente aufgesetzt werden. Die Arretierung der Segmente erfolgt unten durch einen Wellenabsatz und oben durch eine Schraubverbindung. Die auf der Rotorantriebswelle 11 aufgesetzten Vollsegmente 13 werden in regelmäßigen Abständen durch die als Spaltsiebsegmente 14 ausgebildete Klassier- und Abtrenneinrichtungen abgelöst. Die Anordnung der Spaltsiebsegmente 14 bewirkt zwischen den Vollsegmenten 13 die Entstehung von Freiräumen 15, die durch entsprechende Aussparungen 16 in die Rotorantriebswelle 11 mit deren Innenraum 17 verbunden sind.

Das Abschlußsegment 18 dient neben der Arretierung der einzelnen Segmente auf der Rotorantriebswelle 11 durch Schraubverbindung als abschließende Klassier- und Abtrennvorrichtung für das Mahlgut. Zu diesem Zwecke ist zentral über der Rotorantriebswelle 11 ein als Maschensieb 19 ausgebildetes Sieb angeordnet, dessen Maschenweite die Hälfte des Durchmessers der Mahlkörper 4 nicht überschreiten sollte. Der Aufbau des Spaltsiebsegmentes 14 ist in Fig. 3 dargestellt. Ein Spaltsiebsegment 14 besteht aus mehreren Kreistringscheiben 20, deren definierter Abstand zueinander durch Distanzscheiben 21 fixiert wird. Die radiale Arretierung des Spaltsiebsegmentes 14 wird durch in 30°-Abständen angebrachte Bolzen 22, die gleichzeitig die Lagerung für die Distanzscheiben 21 bilden, gewährleistet.

Der maximale Abstand der Kreistringscheiben 20 im Spaltsiebsegment 14 sollte die Hälfte des Durchmessers der Mahlkörper 4 nicht überschreiten, der minimale Abstand sollte nicht kleiner als 0,5 mm sein. Es werden mindestens zwei vorzugsweise gleichmäßig auf der Rotorantriebswelle 11 verteilte Spaltsiebsegmente 14 eingesetzt.

In Abhängigkeit vom zu zerkleinernden Stoffsystem ist die Anzahl der eingesetzten Spaltsiebsegmente 14 im Rotor 5 variabel, sollte aber sechs nicht überschreiten. Anstelle der Spaltsiebsegmente 14 ist es möglich, wie aus Fig. 4 ersichtlich, volle Zylindersegmente 23 einzusetzen. Unabhängig von der Anzahl der Spaltsiebsegmente 14 muß in jedem Falle das Maschensieb 19 im Abschlußsegment 18 zur endgültigen Mahlgutabtrennung und Vermeidung von Toträumen im oberen Teil des Mahlraumes vorhanden sein.

Die Wirkungsweise ist folgende:

Das zu zerkleinernde Stoffsystem tritt durch den Einlaufstutzen 1 und durch die Öffnung 12 unter Wirkung des Pumpendruckes der hier nicht dargestellten Pumpe in den Mahlraum ein. Der zentrale Einlauf um die Rotorantriebswelle 11 ermöglicht eine gleichmäßige radiale Verteilung des Mahlgutes und den Eintritt in die Beanspruchungszone. Diese liegt im wesentlichen im Ringspalt 6 zwischen Rotor 5 und der Wandung des Mahlbehälters 2. Die Breite des Ringspaltes 6 beeinflusst wesentlich die erreichte Energiedichte in der Beanspruchungszone und damit das Zerkleinerungsergebnis. Günstig ist es, die Breite des Ringspaltes 6 so zu wählen, daß den Stoffeigenschaften, wie Dichte, Viskosität und Konzentration, Rechnung getragen wird und eine Schichtenströmung der Mahlkörper 4, deren Größe vom granulometrischen Zustand des Mahlgutes abhängt, erzielt wird.

Das Mahlgut durchströmt den Mahlbehälter 2 von unten nach oben. Die am Rotor 5 befindlichen Spaltsiebsegmente 14 ermöglichen den Eintritt des Mahlgutes in den Innenraum 17 des Rotors 5. Welche Teile an welcher Stelle den Mahlraum verlassen, ist abhängig vom Kräftegleichgewicht am Radius des Rotors 5. Auf Grund der auf die Mahlgutteilchen wirkenden Zentrifugalkraft, die abhängig ist vom Teilchenvolumen, bewegen sich die großen Teilchen schneller nach außen als die kleinen Teilchen. Das bezieht sich insbesondere auf Stoffsysteme, bei denen der Dichteunterschied zwischen Feststoff und Suspensionsflüssigkeit groß ist. Deshalb kann davon ausgegangen werden, daß sich in der Nähe des Rotors 5 überwiegend kleine Teilchen aufhalten. Ist die Auftriebs- und Widerstandskraft größer als die Feldkraft des Zentrifugalfeldes, dann verläßt das Teilchen durch einen Spalt eines Spaltsiebsegmentes 14 den Mahlraum. Da die Widerstandskraft unmittelbar vom Mahlgutdurchsatz und die Feldkraft von der Rotorumfangsgeschwindigkeit (zwischen 10 und 20 m/s.) abhängen, können die für die Abtrennung einer bestimmten Teilchengröße notwendigen Prozeßparameter eingestellt werden. Die Weite der Spalte im Spaltsiebsegment 14 ist entsprechend den bereits genannten Bedingungen hinsichtlich Stoffsystem und Prozeßparameter in den obengenannten Grenzen einzustellen. Die Spaltsiebsegmente 14 gewährleisten neben dem Abzug des Mahlgutes die Trennung Mahlgut/Mahlkörper 4. Der an der Wandung des Rotors 5 nicht abgetrennte Mahlgutanteil verläßt den Mahlraum durch das Maschensieb 19 des Abschlußsegmentes 18.

Das durch die Spalte der Spaltsiebsegmente 14 und durch das Maschensieb 19 in die Freiräume 15 des Rotors 5 gelangte Mahlgut bewegt sich in Richtung Rotorantriebswelle 11, durch die es nach unten abgeführt wird. Unabhängig davon, ob durch das Mahlgut vorrangig die Spaltsiebsegmente 14 oder das Maschensieb 19 beaufschlagt werden, ist das Innere der Rotorantriebswelle 11 der einzige Weg zum Verlassen des Mahlraumes. Wesentliche Triebkraft dabei ist der Pumpendruck am Einlaufstutzen 1 (bei Einleitung des gemahlten Gutes in die freie Umgebung) oder die Druckdifferenz zwischen Einlaufstutzen 1 und Rotorantriebswelle 11 (bei Anlegen eines Unterdruckes an die Rotorantriebswelle 11). Im letzteren Fall ist die Triebkraft, die bei der Auswahl der Prozeßparameter zur Erzielung einer bestimmten Teilchengröße eine ebenfalls nicht unwichtige Rolle spielt, größer.

Das Anfahren der erfindungsgemäßen Rührwerksmühle ist nur mit Mahlkörpern 4 durchzuführen, was erfahrungsgemäß ein großes Anlaufmoment zur Folge hat. Zur Reduzierung dieses Anlaufmomentes ist die Mühle zunächst mit Mahlgut zu beaufschlagen, um eine Auflockerung der im unteren Teil des Mahlraumes abgesetzten Mahlkörperpackung zu erreichen. Für einen vorgegebenen Einsatzfall der Rührwerksmühle sollte sich die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors 5 nicht außerhalb des vorgegebenen Bereiches bewegen. Bei unterschiedlichem Durchmesser des Rotors 5 ist die Drehzahl entsprechend anzupassen.

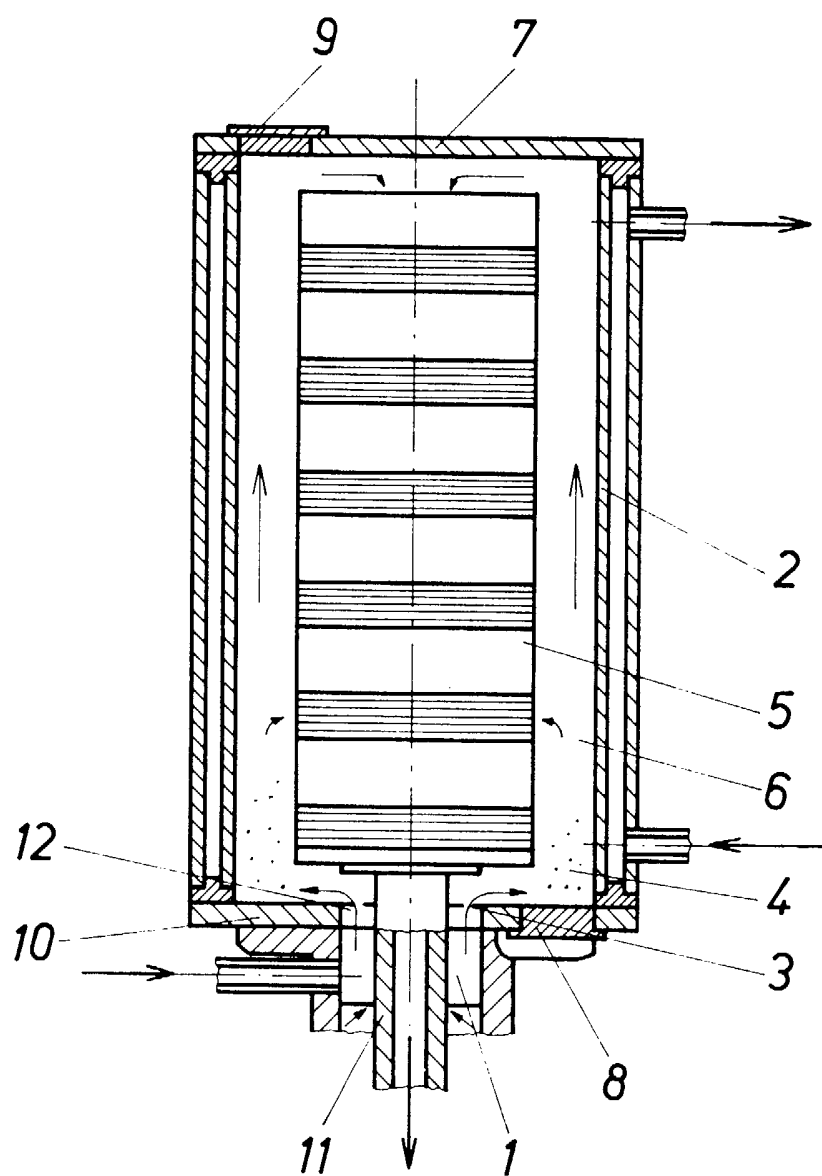


Fig. 1

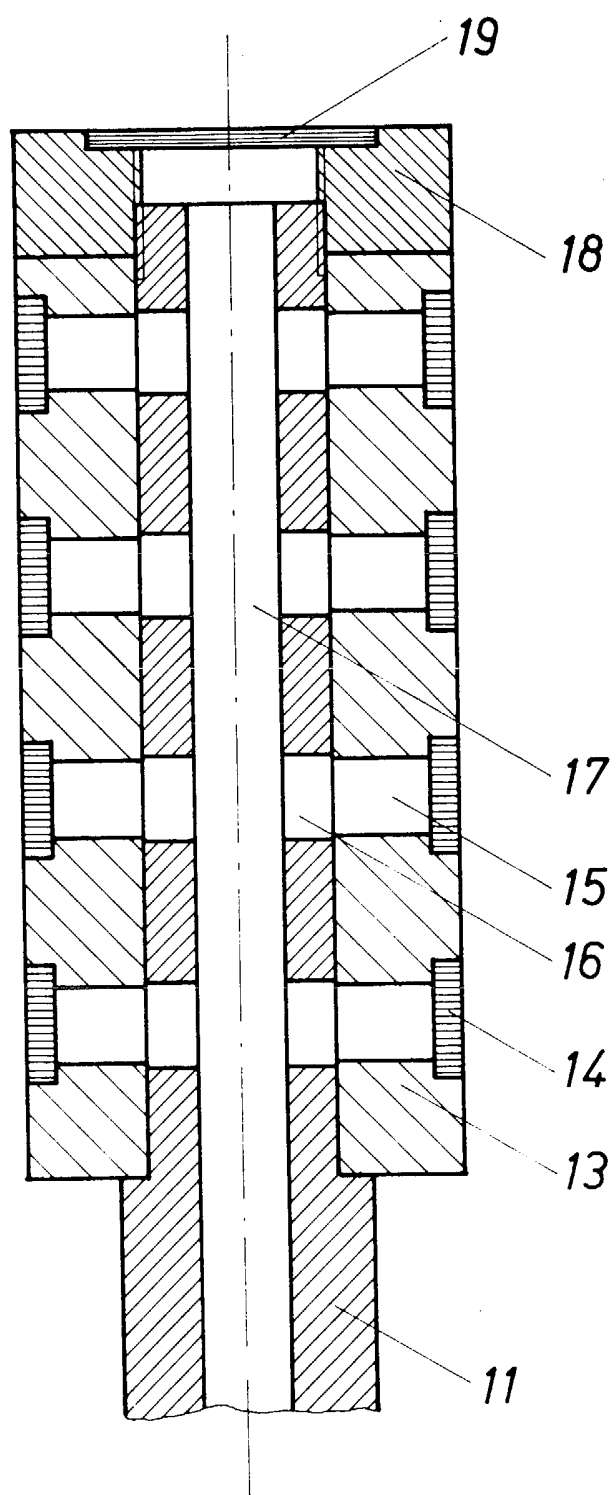


Fig. 2

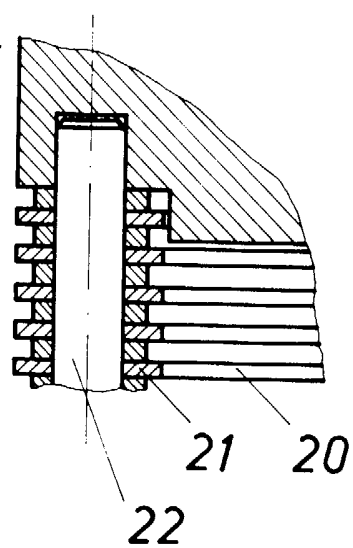


Fig. 3

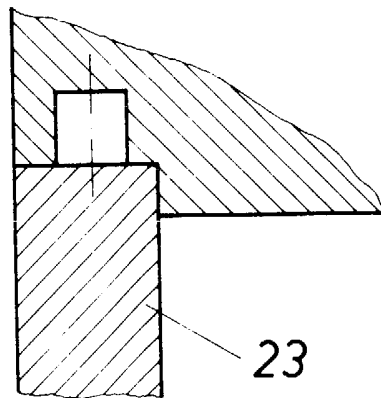


Fig. 4