



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **223 935 A1**4(51) **B 01 J 2/16****F 26 B 25/04****B 01 J 8/38****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 01 J / 260 785 0

(22) 12.03.84

(44) 26.06.85

(71) VEB Schwermaschinenbau-Kombinat „Ernst Thälmann“ Magdeburg, 3011 Magdeburg, Postfach 77, DD

(72) Mörl, Lothar, Prof. Dr. sc. techn.; Krell, Lothar, Dr.-Ing.; Künne, Hans-Joachim, Dr.-Ing.; Kliefoth, Jörg, Dipl.-Ing.; Strümke, Manfred, Prof. Dr.-Ing.; Schmidt, Jörg, Dipl.-Ing., DD

(54) **Rührvorrichtung für Wirbelschichten mit klassierendem Abzug**

(57) Die Erfindung betrifft eine Rührvorrichtung für Wirbelschichten zur Granuliertrocknung thermolabiler Lösungen, Suspensionen und Schmelzen. Das Ziel und die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Granuliertrocknung für Produkte mit hoher Klebkraft mittels einer Einrichtung zu ermöglichen, bei der das bekannte Prinzip des klassierenden Abzugs zur Anwendung kommen soll, die störunanfällig arbeitet, kein Verkleben der Wirbelschicht, mit hohem Automatisierungsgrad läuft und bei der maximale Lufteintrittstemperaturen zur Anwendung kommen. Erfindungsgemäß sind in einem Wirbelschichtraum speziell ausgebildete Rührarme angeordnet, die aus senkrecht gestellten und geneigten Blechen bestehen, wobei zwischen einer beliebigen Symmetrieachse des Apparates und der Tangente an den Rührerarmen im Schnittpunkt zwischen Symmetrieachse und Tangente immer ein Winkel α gebildet wird, der $>$ als 90° ist. Die oberen Rührarme sind jeweils spiegelbildlich zu den unteren angeordnet. Die Erfindung ist in der Nahrungsmittel- und chemischen Industrie sowie der Landwirtschaft anwendbar.

Erfindungsansprüche:

1. Rührvorrichtung für Wirbelschichtapparate mit klassierendem Abzug, bei der in einem zylindrischen oder leicht konischen Wirbelschichtapparat in der Mitte des Anströmbodens ein Abzugsrohr angebracht ist, das nach oben hin offen und nach unten durch ein geeignetes Feststoffabförderorgan, wie z. B. eine Zellenradschleuse, begrenzt wird, wobei zwischen Feststoffabförderorgan und oberem Ende des Rohres ein Gaszuführungsrohr in das zentrale Abzugsrohr einmündet und in der zentralen Achse des Apparates eine drehbare Welle angeordnet ist, die unmittelbar über der Mündung des zentralen Abzugsrohres endet und an die in zwei verschiedenen Höhen Rührerarme, die aus senkrecht gestellten oder geneigten Blechen der Höhe H bestehen, angebracht sind **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen einer beliebigen Symmetrieachse (c) des Apparates (1) und der Tangente an dem Rührerarm (8) im Schnittpunkt zwischen Symmetrieachse und Tangente immer ein konstanter oder sich verändernder Winkel α bzw. α' gebildet wird, wobei die Rührerarme (8) vorzugsweise derart ausgebildet sind, daß sich in einem horizontalen Schnitt durch den Apparat (A-A), (B-B), bei Annahme eines kartesischen Koordinatensystems in der Apparateachse, die Form eines unteren Rührerarmes (8) in Parameterdarstellung durch die folgenden Gleichungen darstellen läßt:

$$x = \left(\frac{D_A - 2 d_K}{2} \right) (\cos t + t \cdot \sin t)$$

$$y = \left(\frac{D_A - 2 d_K}{2} \right) (0,5 + 8,3 \sqrt{d_K}) (\sin t - t \cos t)$$

und die Form eines oberen Rührerarms (7) durch folgende Gleichungen beschreibbar sind:

$$x = \left(\frac{D_A - 2 d_K}{2} + 0,01 t \right) (\cos t + t \sin t)$$

$$y = \frac{D_A - 2 d_K}{2} (1 + 8,3 \sqrt{d_K}) (\sin t - t \cos t)$$

wobei die oberen Rührerarme (7) jeweils spiegelbildlich zu den unteren Rührerarmen (8) direkt an der Welle (6) und die unteren Rührerarme (8) an einem zentralen Ring (9) befestigt sind, für dessen Außendurchmesser $D_R \leq D_A - 2 d_K$ gilt und der Ring (9) durch Befestigungselemente (10) an der zentralen Welle (6) befestigt ist.

2. Rührvorrichtung für Wirbelschichtapparate nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Drehrichtung der Welle (6) so festgelegt ist, daß der Vektor der Winkelgeschwindigkeit (w) immer in Richtung des zwischen Symmetrieachse (c) und Tangente an dem unteren Rührerarm (8) gebildeten Winkels (α) oder (α') zeigt, der größer als 90° ist, während dies beim oberen Rührerarm (7) umgekehrt der Fall ist.
3. Rührvorrichtung für Wirbelschichtapparate nach Punkt 1 bis 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Rührerarme in der Vertikalen unter einem Winkel von maximal 45° so geneigt sind, daß jeweils die Unterkante des unteren Rührerarms (8) in Drehrichtung der Oberkante vorseilt, während beim oberen Rührerarm die Oberkante der Unterkante vorseilt.
4. Rührvorrichtung für Wirbelschichtapparate nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Abstand zwischen Oberkante des Anströmbodens (2) und Unterkante des unteren Rührerarms (8) kleiner als d_K ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Rührvorrichtung für Wirbelschichten mit klassierendem Abzug, die vorzugsweise in der chemischen Industrie, in der Landwirtschaft und in der Nahrungsmittelindustrie angewendet werden kann, und zwar dort, wo thermolabile Lösungen, Suspensionen oder Schmelzen granuliertrocknet werden müssen, ohne daß eine thermische Schädigung des Produktes eintreten soll.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Granulationstrocknung von Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen sind Vorrichtungen mit klassierendem Abzug bekannt, DE-OS 2901 723. Bei diesen Vorrichtungen wird die Flüssigkeit über Flüssigkeitsverteiltervorrichtungen, wie z. B. Düsen, in eine Wirbelschicht eingebracht. Durch die Benetzung der sich im fluidisierten Zustand befindlichen Feststoffteilchen mit Flüssigkeit und die Verdampfung des Lösungsmittels kommt es zu einem kontinuierlichen Granulatwachstum. Durch den klassierenden Abzug strömt ein Luftstrom mit einer konstanten Geschwindigkeit nach oben. Alle Feststoffteilchen, die einen Durchmesser und eine Masse erreicht haben, die der Fallgeschwindigkeit und damit der Geschwindigkeit in diesem klassierenden Abzug entspricht, können das Abzugsrohr passieren und gelangen über ein Feststoffabförderorgan als Endprodukt aus dem Apparat.

Von entscheidender Bedeutung für die Funktionsweise derartiger Apparate ist eine hohe Turbulenz in der Wirbelschicht und damit eine hohe Teilchengeschwindigkeit. Durch diese hohe Turbulenz kommt es zu einer guten Durchmischung der Teilchen in der Wirbelschicht und damit zu einer guten Verteilung der Flüssigkeit auf alle Feststoffteilchen. Eine hohe Feststoffteilchengeschwindigkeit ist aber erst beim Mehrfachen der Wirbelpunktgeschwindigkeit zu erzielen.

Bei der Eindüsung von Flüssigkeiten mit hoher Viskosität sowie großer Klebkraft kommt es außerdem, insbesondere bei kleinen Feststoffteilchendurchmessern, häufig zur Agglomeration ganzer Feststoffteilchenkollektive, die sich nicht mehr voneinander lösen und die schließlich zum Zusammenbruch der stabilen Arbeitsweisen der Wirbelschicht und somit zum Havariezustand führen.

Es sind Lösungen bekannt, bei denen versucht wird, durch mechanisch bewegte Einbauten die entstandenen Agglomerate in der Wirbelschicht wieder zu zerstören, DE-OS 2602454. Dabei kommt es aber zwangsläufig auch zu einer Zerstörung kleiner Granulate und zu erhöhtem Abrieb, der die Entstaubungsanlagen für die Abluft zusätzlich belastet.

Ein weiterer Versuch, die genannten Agglomerationseffekte in der Praxis zu verhindern, indem eine gerichtete stabile Strömung in der Wirbelschicht erzeugt wird, besteht in der unter WP 119304 beschriebenen Lösung, bei der sich das Öffnungsverhältnis des Anströmbodens und somit die Gasgeschwindigkeit unmittelbar über dem Boden vom Zentrum zur Peripherie hin vergrößert, was eine Aufwärtsbewegung der Teilchen am Außendurchmesser des Wirbelschichtapparates und eine Abwärtsbewegung im Zentrum zur Folge hat. Diese Strömungsverhältnisse sind insbesondere für die Granulationstrocknung thermolabiler Substanzen günstig, da sich die frisch benetzten Teilchen im Zentrum des Apparates von oben nach unten bewegen und direkt über dem Anströmboden in radialer Richtung von innen nach außen transportiert werden. Damit gelangen die am stärksten mit Flüssigkeit beladenen Teilchen an die wärmsten Stellen des Apparates, wodurch eine Schädigung thermolabiler Produkte weitestgehend vermieden wird. Diese günstige bekannte Lösung hat aber den Nachteil, daß sie bei hohen Wirbelschichten, wie sie z. B. für die Granulationstrocknung klebriger Güter erforderlich sind, versagt, da sich ab einer bestimmten Schichthöhe die oben genannten Strömungseffekte, insbesondere bei niedrigen Gasgeschwindigkeiten, nicht mehr ausbilden.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Granulationstrocknung, die bisher nur unökonomisch durch andere Trocknungseinrichtungen möglich war, für Produkte mit hoher Klebkraft effektiv durchzuführen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll dabei störunanfällig mit hohem Automatisierungsgrad laufen und die Arbeitsproduktivität soll wesentlich gesteigert werden. Durch die Qualitätserhöhung der erzeugten Granulate sollen erhebliche ökonomische Effekte erzielt werden. Außerdem sollen Havarien und Produktionsausfälle durch Verkleben der Wirbelschicht weitestgehend vermieden werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Rührvorrichtung für Wirbelschichten mit klassierendem Abzug zu schaffen, die es ermöglicht, in einer Wirbelschicht mit aufwendigen Einrichtungen granulationstrocknungsfähige Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen kontinuierlich und produkt schonend einer Granulationstrocknung zu unterziehen. Dabei soll es nicht zu einem Verkleben der Wirbelschicht durch Agglomeratbildung kommen. Es sollen möglichst hohe Lufteintrittstemperaturen zur Anwendung kommen, ohne dabei das zu trocknende Produkt thermisch zu schädigen. Das bekannte Prinzip des klassierenden Abzugs in der Apparateachse soll dabei zur Anwendung kommen. Außerdem wird die Aufgabe gestellt, eine Wirbelschicht unter Eindüsenbedingungen auch im Bereich der Wirbelpunktgeschwindigkeit und darunter stabil zu betreiben.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem bekannten zylindrischen oder leicht konischen Wirbelschichtapparat mit klassierendem Abzug direkt über der oberen Öffnung des zentralen Abzugsrohres in der Apparateachse eine drehbare Welle angeordnet ist. Das zentrale Abzugsrohr ist dabei bekanntermaßen nach oben hin offen und nach unten durch ein Feststoffabförderorgan begrenzt, und zwischen Feststoffabförderorgan und oberer Öffnung des Abzugsrohres mündet ein Gaszuführungsrohr in das zentrale Abzugsrohr.

An der drehbaren Welle sind in zwei verschiedenen Höhen ein oder mehrere speziell ausgebildete Rührerarme angebracht. Die Rührerarme bestehen aus senkrecht gestellten bzw. geneigten Blechen der Höhe H. Diese Rührerarme sind so ausgebildet, daß in der Draufsicht zwischen einer beliebigen Symmetrieachse des Apparates und der Tangente an den Rührerarm im Schnittpunkt zwischen Symmetrieachse und Tangente immer ein Winkel gebildet wird. Es wurde gefunden, daß der gewünschte Effekt zur Erzielung eines definierten Strömungsregimes dann am besten eintritt, wenn sowohl untere als auch obere Rührerarme eine ganz bestimmte mathematisch beschreibbare Form, die überraschenderweise vom Durchmesser der erzeugten Granulate abhängig ist, annehmen. Dabei ist die Drehrichtung der zentralen Welle so festgelegt, daß der Vektor der Winkelgeschwindigkeit immer in Richtung des zwischen Symmetrieachse und Tangente an dem unteren Rührerarm gebildeten Winkels, der größer als 90° ist, zeigt, während dies beim oberen Rührerarm umgekehrt ist.

Es gehört weiterhin zur Erfindung, daß die oberen Rührerarme jeweils zu den unteren spiegelbildlich angeordnet sind und daß die oberen Rührerarme direkt an der drehbaren Welle befestigt sind. Die unteren Rührerarme hingegen sind an einem zentralen Ring angebracht, der seinerseits wieder an der zentralen Welle befestigt ist. Der Außendurchmesser dieses zentralen Ringes soll dabei kleiner oder gleich sein wie die Differenz zwischen Innendurchmesser des zentralen Abzugsrohres und doppeltem Granulatdurchmesser.

Außerdem ist Bestandteil der Erfindung, daß die Rührerarme in der Vertikalen unter einem Winkel von maximal 45° so geneigt sind, daß jeweils in Drehrichtung die Unterkante des unteren bzw. die Oberkante des oberen Rührerarms vorausseilt.

Erfindungsgemäß funktioniert die Vorrichtung so, daß durch die Anordnung der oberen und unteren Rührerarme in der Wirbelschicht ein definiertes Strömungsregime für die Feststoffteilchen geschaffen wird. Die Gestaltung der Rührerarme bewirkt, daß die Feststoffteilchen im Zentrum des Apparates nach unten gezogen werden, wo sie der klassierenden Wirkung des Abzugs ausgesetzt werden. Alle frisch durch die Düsen benetzten Feststoffteilchen werden durch die Förderwirkung der unteren Rührerarme schnell unmittelbar über dem Anströmboden, also an der Stelle, an der das Gas die höchste Temperatur hat, von innen nach außen geführt. Durch Einstellung der Rührerdrehzahl läßt sich diese Bewegung relativ unabhängig von der Gasgeschwindigkeit durch die Rührerdrehzahl beeinflussen.

Auf diese Weise ist es möglich, hohe Gaseintrittstemperaturen ohne thermische Schädigung des Produktes einzusetzen, da an der Oberfläche der frisch benetzten Feststoffteilchen eine maximale Kühlgrenztemperatur anliegt.

Am Außendurchmesser des Apparates driften die Feststoffteilchen wieder nach oben und werden im Bereich der oberen Rührerarme durch deren spiegelbildliche Anordnung wieder zum Zentrum des Apparates geführt. Durch diese Anordnung wird das beschriebene definierte Strömungsregime kontinuierlich aufrecht erhalten, wodurch es neben der erwähnten günstigen Triebkraftausnutzung ohne Produktschädigung vor allem dazu kommt, daß die zur Agglomeration neigenden klebrigen Güter durch die hohe Turbulenz in der Schicht und den für alle Teilchen gleichmäßig festgelegten Strömungsweg auf der erfindungsgemäßen Vorrichtung erstmalig unter Erzielung neuer Produkteigenschaften granuliertrocknet werden können. Der beschriebene Effekt wird durch eine Neigung der Rührerarme gegen die Vertikale von maximal 45° sowie durch Anbringen der Flüssigkeitsverteilterrichtungen direkt an den oberen Rührerarmen noch verstärkt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen in der Fig. 1: Prinzipschema der Vorrichtung,

Fig. 2: Schnitt A-A der Fig. 1, oberer Rührflügel und

Fig. 3: Schnitt B-B der Fig. 1, unterer Rührflügel

Die Vorrichtung besteht aus einem leicht konisch gestalteten Wirbelschichtapparat 1. Der Durchmesser des Anströmbodens 2 beträgt 600 mm, der Durchmesser des zentralen Abzugsrohres 3 70 mm. In der zentralen Achse des Apparates 1 ist eine drehbare Welle 6 mit einem Durchmesser von 30 mm angeordnet, die direkt über der oberen Öffnung des zentralen Abzugsrohres 3 endet. Das zentrale Abzugsrohr 3 wird nach unten durch eine Zellenradschleuse 4 abgeschlossen und besitzt seitlich ein Gaszuführungsrohr 5. Am unteren Ende der drehbaren Welle 6 sind Befestigungselemente 10 angebracht, die einen Ring 9 halten. An diesem Ring 9 sind zwei untere Rührerarme 8 befestigt. Diese unteren Rührerarme 8 werden durch senkrecht stehende Bleche der Höhe $H = 100$ mm gebildet. Diese Rührerarme 8 sind so geformt, daß ihre Flügel im Schnitt B-B bei der Voraussetzung eines kartesischen Koordinatensystems im Apparatmittelpunkt den folgenden Gleichungen genügen:

$$x = 0,07 (\cos t + \sin t)$$

$$y = 0,0761 (\sin t + \cos t)$$

Die Drehrichtung der Welle 6 ist dabei von oben gesehen nach rechts.

Über den unteren Rührerarm 8 ist im Abstand von $a = 250$ mm von der Oberkante der unteren Rührerarme 8 ein zweites oberes Rührerarmpaar 7 angebracht, dessen Befestigung an der drehbaren Welle 6 um 90° gegenüber dem unteren Rührerarm 8 versetzt ist.

Im Gegensatz zum unteren Rührerarm 8 sind dabei die oberen Rührerarme 7 so gestaltet, daß sie in der Ansicht von unten nach oben in der Schnittebene A-A unter der Voraussetzung eines kartesischen Koordinatensystems im Apparatezentrum den folgenden Gleichungen genügen:

$$x = (0,015 + 0,01 t) (\cos t + t \sin t)$$

$$y = 0,0328 (\sin t - t \cdot \cos t)$$

Die Höhe H der oberen Rührerarme 7 beträgt dabei ebenfalls 100 mm. Unterhalb des Anströmbodens 2 befindet sich eine Gasverteilerkammer 12, in die ein Gaszuführungsrohr 13 mündet. Über der Schicht tritt das lösungsmittelbeladene Gas über Gasaustrittsrohre 14 wieder aus dem Apparat aus. Unmittelbar unter den oberen Rührerarmen ist ein Flüssigkeitszuführungsrohr 15 angebracht, das in eine Einstoffdüse 11 führt. Die Einstoffdüse 11 zeigt nach unten und ist in der Mitte zwischen Apparateachse und Apparatewand angebracht.

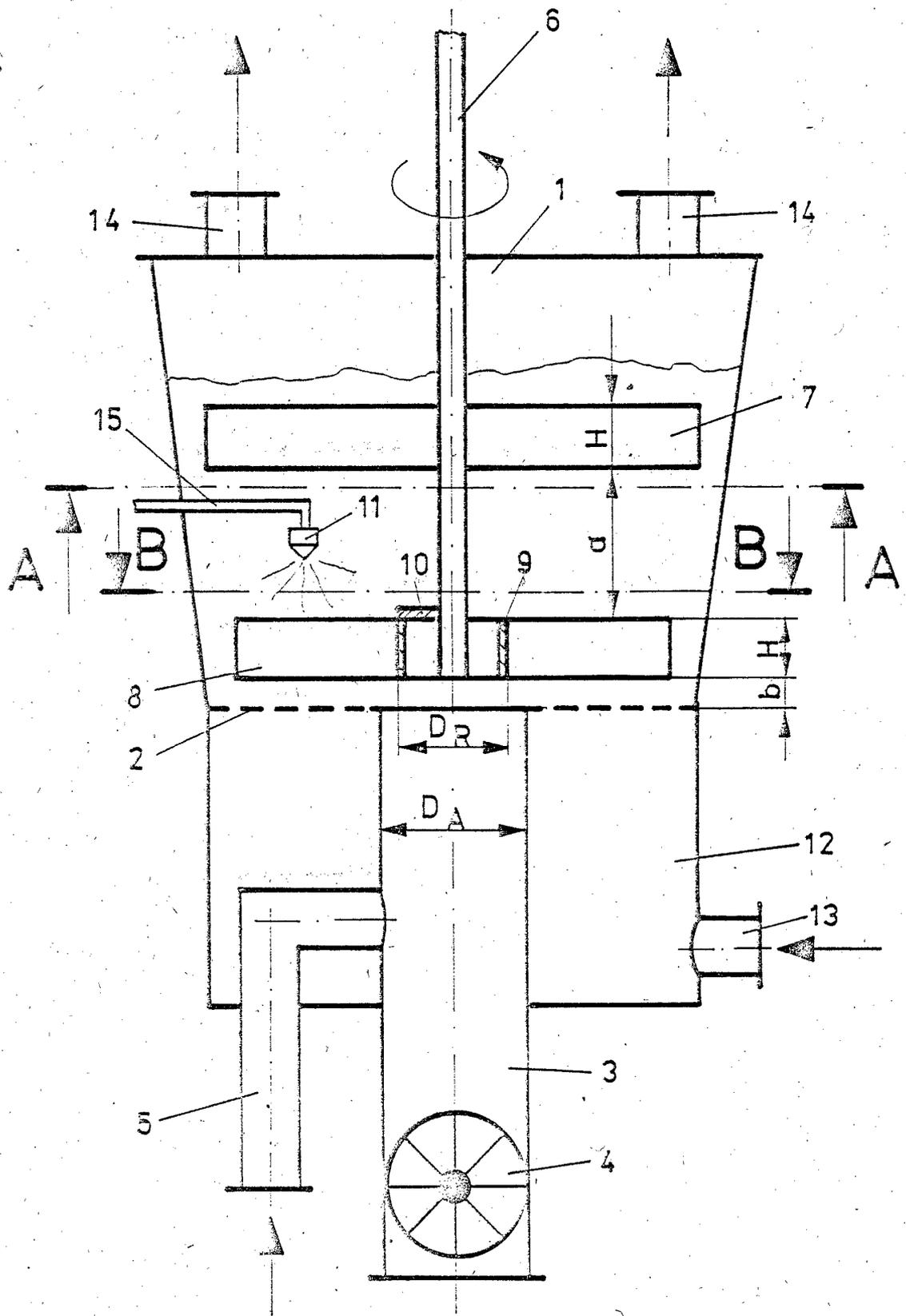


Fig. 1

A-A

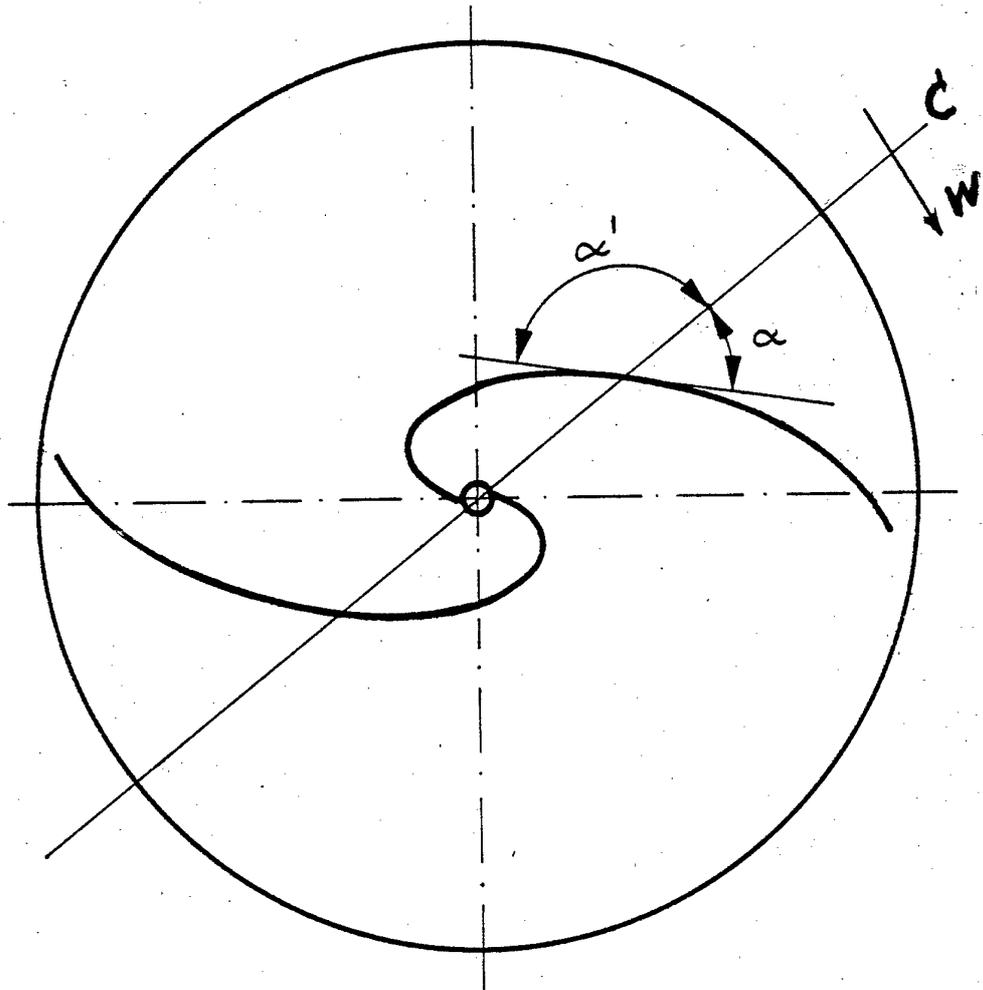


Fig. 2

B-B

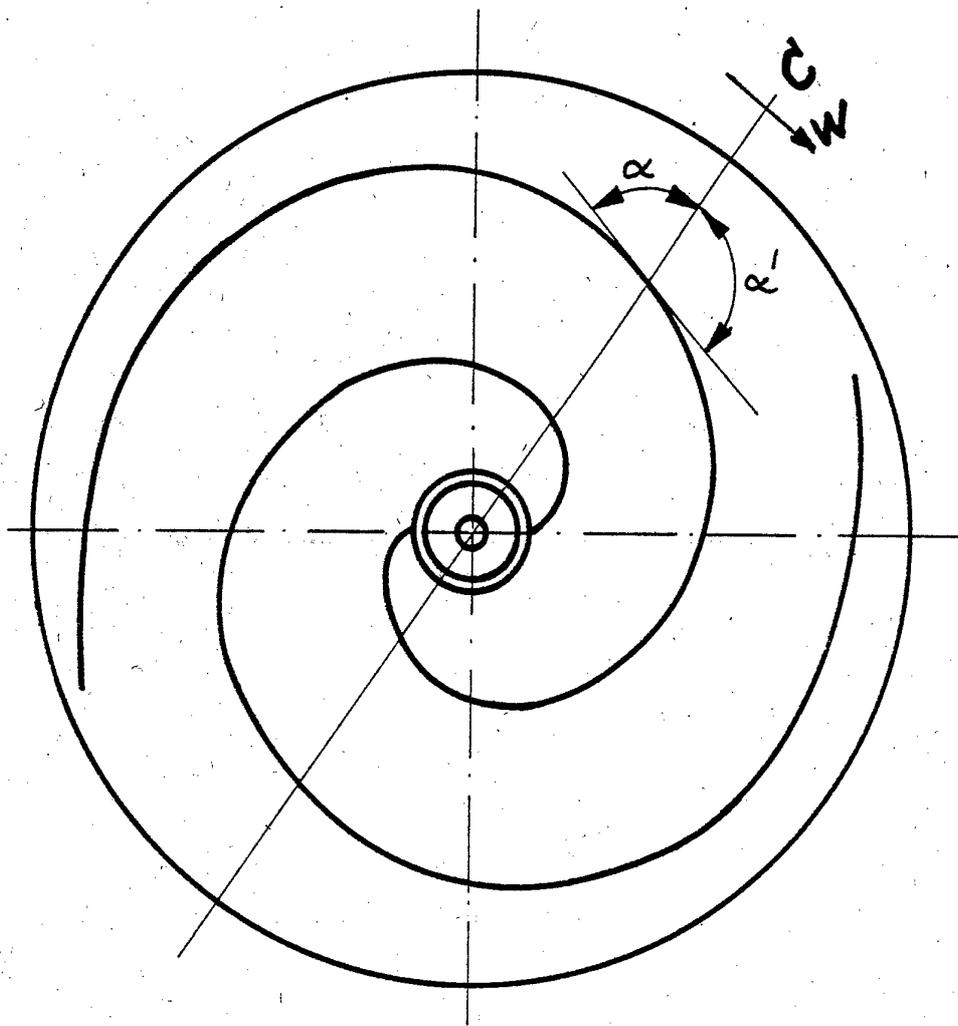


Fig. 3