(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 642 833 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
**30.09.1998 Patentblatt 1998/40**

(51) Int. Cl.[6]: **B03D 1/14**, B04C 3/06, B04C 3/00

(21) Anmeldenummer: **94110775.7**

(22) Anmeldetag: **12.07.1994**

# (54) Verfahren zur Abtrennung von Feststoffen durch Flotation

Method of separating solids by means of flotation

Procédé pour la séparation de solides par flottation

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**FR SE**

(30) Priorität: **10.09.1993 DE 4330635**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
**15.03.1995 Patentblatt 1995/11**

(73) Patentinhaber:
**Voith Sulzer Stoffaufbereitung GmbH**
**88191 Ravensburg (DE)**

(72) Erfinder:
- **Britz, Herbert**
  **D-88214 Ravensburg-Weissenau (DE)**
- **Peschl, Alexander**
  **D-88213 Ravensburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 198 737**
**WO-A-85/00760**
**WO-A-91/15302**
**FR-A- 2 541 136**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 0 642 833 B1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Abtrennung von Feststoffen durch Flotation aus einer Suspension gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Verfahren der genannten Art werden verwendet, um aus einer Suspension zumindest einen Teil der darin suspendierten Feststoffteilchen auszuscheiden. Die Zielsetzung hierzu kann entweder die Entfernung von unerwünschten Bestandteilen der Suspension oder die Klarung von verschmutztem Abwasser sein. Bekanntlich wird bei einer Flotation ein die auszuscheidenden Stoffe enthaltender Schaum oder Schwimm-Schlamm gebildet.

Ein typischer Anwendungsfall für die Verwendung eines derartigen Verfahrens ist die Aufbereitung von einer aus bedrucktem Altpapier hergestellten Suspension, in der die Druckfarben-Partikel bereits von den Fasern abgelöst sind, so daß sie sich selektiv ausflotieren lassen (Deinking-Flotation).

Die EP-A-0 198 737 zeigt eine Flotationsvorrichtung für ein Verfahren der angegebenen Art, in der also die Suspension wahrend der Flotation eine Rotationsbewegung ausführt. Die in dieser Publikation gezeigten Vorrichtungen enthalten jedoch ringförmige Trennwände, durch die die rotierende Suspension während der Flotation in ihrer Axialbewegung gebremst und radial nach innen geführt wird. Durch diese Maßnahme und zumeist auch dadurch, daß zusätzlich eine Umlenkung der Suspension, axial betrachtet, vorgenommen wird, erfolgt zwar eine Verstärkung der Zentrifugalfelder, eine optimale Flotation ist so jedoch nicht möglich.

Aus der DE-A-33 06 600 ist eine weitere Flotationsvorrichtung bekannt, die bereits das durch Rotationsbewegung der Suspension verursachte Beschleunigungsfeld benutzen kann. Der Flotationsschaum wird dort durch ein obenliegendes Rohr aus der Flotationsvorrichtung entfernt, während die gereinigte Suspension unten abfließt. Das bedeutet eine Aufteilung der einfließenden Strömung in, axial gesehen, entgegengesetzt gerichtete Teilströme. Eine solche Stromführung ist auch bei Hydrozyklonen üblich. Sie führt zu einem überproportionalen Ansteigen der Zentrifugalbeschleunigung zur Behältermitte hin in Form eines Potentialwirbels.

In der WO-A-91/15302 wird eine Vielzahl von verschiedenen zylindrischen Trennvorrichtungen gezeigt und beschrieben, bei denen mit Hilfe von Magneten oder elektrostatischen Feldern ein Trennverfahren angewandt werden soll. Dabei wird lediglich die ergänzende Anwendung von Flotationsverfahren in derartigen Geräten erwähnt, wobei ihre Wirkung unbedeutend erscheint. Ein hochwirksames Flotationsverfahren wird in dieser Schrift nicht dargestellt.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, welches unter Ausnutzung von einem zentrifugalfeld eine noch bessere Abtrennung den suspendierten Feststoffleilchen oder die Verwendung relativ kompakter Flotationsvorrichtungen oder beides gestattet.

Diese Aufgaben werden durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

In den Unteransprüchen werden besonders vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens sowie Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens beschrieben.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren erfolgt im Flotationsraum - axial betrachtet - keine Umlenkung der Transportrichtung des Schaumes. Dadurch wird gezielt die Ausbildung eines Potentialwirbels vermieden.

In dem Bereich, wo sich der flotierte Stoff sammelt, wird so eine ungestörte Axialströmung des Schaumes in Richtung zum Schaumaustrag ermöglicht. Es können kaum noch störende Wirbel im Bereich der Trennung von Schaum und Suspension entstehen. Dieser Bereich ist besonders kritisch für die Reinheit des Flotations-Gutstoffes.

Die Erfindung wird erläutert anhand von Zeichnungen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 schematisch die wichtigsten Verfahrensschritte;
- Fig. 2 schematisch eine geschnitten dargestellte mögliche Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens;
- Fig. 3 eine Aufsicht des in Fig. 2 gezeigten Gegenstandes;
- Fig. 4 eine weitere Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens;
- Fig. 5 einen variierten Schaumaustrag.

Fig. 1 zeigt mit gestrichelten Linien einen Klärraum 1, in den die Suspension 2 zugeführt wird. Die Suspension führt anschließend eine Rotationsbewegung, angedeutet durch den Pfeil 3 um die Achse 5 aus. Der Rotationsbewegung 3 wird eine weitere Bewegung, dargestellt durch die Pfeile 4, überlagert, welche im wesentlichen parallel zur Rotationsachse 5 verlaufen. Infolge des bekannten Mechanismus bei der Flotation steigen die flotierten Stoffe zusammen mit Luftblasen entgegen der Wirkung eines Schwerefeldes auf. Da das Schwerefeld als Zentrifugalfeld infolge der Rotationsbewegung 3 entsteht, bewegen sich die flotierten Anteile radial nach innen. Im radial inneren Bereich des Klärraumes 1 findet also die Ansammlung des Flotationsschaumes statt, wobei sich eine mehr oder weniger scharfe Grenze 8 zwischen dem Flotationsschaum und der daraus ausgetretenen Luft bildet. Erfindungsgemäß wird das Verfahren so durchgeführt, daß ein Transport der flotierten Anteile im wesentlichen parallel zur Rotationsachse 5 und in derselben Richtung wie die der überlagerten Bewegung 4 erfolgt (Pfeile 6). Die so gesammelten flotierten Anteile werden aus dem Klärraum 1 abgeführt, hier durch die Pfeile 7 angedeutet, in der Regel zusammen mit freier, aus dem Suspensions-

schaum ausgetretenen Luft, Pfeil 10. Der Teil der Suspension, aus dem die flotierten Anteile entfernt sind, tritt aus dem Klärraum aus, Pfeil 11. Zur Flotation benötigte Luft wird entweder dem Stoff beim Einlauf zugegeben, Pfeil 9, und/oder durch Öffnungen im Klärraum 1 während der eigentlichen Flotation, Pfeile 9'.

Fig. 2 zeigt vereinfacht den Schnitt durch einen Flotationsbehälter 12, mit dem das Verfahren ausgeführt werden kann. Man erkennt einen Einlauf 13 und einen Auslauf 14 (hier versetzt gezeichnet) sowie das Schlammrohr 15. Mit Vorteil kann im Einlauf 13 eine Turbulenzerzeugungsvorrichtung 17 vorhanden sein, hier als Stufendiffusor ausgebildet, in den in der Nähe des Stufensprunges Luft durch eine Luftleitung 16 zugepumpt oder angesaugt wird. Um einen möglichst breiten flachen Strahl zu erzeugen, sind in senkrechter Richtung mehrere Stufendiffusoren übereinander, in radialer Richtung nur einer vorgesehen. Die Turbulenzerzeugung mit Hilfe von Stufendiffusoren, auch beim Einlauf in Flotationsapparate, ist zwar an sich bekannt, bietet aber im Zusammenhang mit den übrigen Merkmalen des erfindungsgemäßen Verfahrens besondere Vorteile. Das hängt mit der Aufgabe zusammen, auf möglichst kleinem Raum eine möglichst gute Flotationswirkung zu erzielen. Daher sind kontrollierte Mikro-Wirbel und ein durch Rotationsbewegung erhöhtes Kraftfeld von großem Nutzen.

Fig. 3 zeigt den Apparat der Fig. 2 als Ansicht von oben und macht insbesondere den tangentialen Einlauf 13 und Auslauf 14 sichtbar.

Fig. 4 zeigt im Gegensatz zu Fig. 2 keinen zylindrischen sondern einen leicht konischen Flotationsbehälter 12'. Bekanntlich kann durch eine solche Maßnahme die Rotationsbewegung beschleunigt werden, ohne weitere Energie zuzuführen, wodurch etwa Reibungsverluste ausgeglichen werden könnten. Ferner ist davon auszugehen, daß durch ausgeströmte Luft in die Mitte des Flotationsbehälters das Gesamtvolumen der Suspension geringer wird. Als weitere Variationsmöglichkeit, nicht unbedingt an die konische Form des Flotationsbehälters gebunden, ist die Belüftung der Suspension während der Flotation durch einen Luftkasten 18, an den ein Luftanschluß 19 angebracht ist. Natürlich müssen in so einem Falle geeignete Schritte unternommen werden, um im Bereich der Wandung 20 einen Eintritt der Luft in die Suspension zu ermöglichen, z.B. durch poröse oder gelochte Ausführungen.

Fig. 5 zeigt einen Teil einer weiteren zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Flotationsvorrichtung, und zwar den Bereich des Schlammrohres 15'. Dieses ist als konzentrisches Doppelrohr ausgebildet, so daß zwei verschiedene Fraktionen von im mittleren Teil des Flotationsbehälters angesammeltem Stoff abgezogen werden können. Es kann nämlich von besonderem Vorteil sein, eine möglichst konzentrierte Schaumfraktion 21 separat von einer Schaum/Suspensions-Mischfraktion 22 abzuziehen. Aus Letzterer wäre dann durch einen weiteren Trennschritt noch Verwertbares zu gewinnen, wie z.B. unbeabsichtigt abgeführte Papierfasern.

Die Strömungsführung in dem Sinne, daß am oberen Teil des Flotationsbehälters eingeführt und am unteren Teil sowohl der Schaum als auch die gereinigte Suspension abgeführt wird, ist nicht zwingend. Auch eine gerade umgekehrte Strömungsführung ist denkbar und in besonderen Fällen von Vorteil.

Es ist ohne weiteres vorstellbar, eine Anzahl von Flotationsbehältern zu Modulen zusammenzusetzen, wodurch sich die gestellte Aufgabe einer kompakten Anordnung der gesamten Flotationsanlage noch besser lösen läßt. Eine solche Moduleneinheit kann im wesentlichen aus Flotationsbehältern, wie bereits beschrieben, bestehen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Abtrennen von Feststoffen aus einer Suspension durch Flotation in einem im wesentlichen zylindrischen Klärraum (1), wobei die Suspension während der Flotation eine Rotationsbewegung (3) ausführt, der sich eine weitere Bewegung (4) überlagert, die sich im wesentlichen in einer Richtung der Rotationsachse (5) erstreckt, wobei sich die flotierten Anteile radial nach innen und außerdem im wesentlichen ebenfalls in der Richtung der Rotationsachse (5) bewegen und wobei der Auslauf der Suspension (11) aus dem Klärraum (1) tangential erfolgt,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß die Suspension während der Flotation innerhalb des zylindrischen Klärraumes (1) rotiert, ohne radial nach innen geführt zu werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß in der zugeführten Suspension (2), wie an sich bekannt, dicht am Einlauf in den Klärraum (1) Mikroturbulenzen erzeugt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß der Einlauf der Suspension (2) tangential erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß zur Flotation benötigte Luft (9) gemeinsam mit der Suspension in den Klärraum (1) gelangt.

5. Verfahren nach Anspruch 2 und 4,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß zur Flotation benötigte Luft (9) im Bereich der Mikroturbulenzen zugemischt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
**dadurch gekennzeichnet,**

daß zur Flotation benötigte Luft (9') im Klärraum (1) der Suspension zugegeben wird.

**7.** Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß die zu flotierende Suspension (2) gelöste Luft enthält und zur Flotation benötigte Luftblasen durch Druckabfall in der Suspension erzeugt werden.

**8.** Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß flotierte Anteile in mehreren Fraktionen (21, 22) aus dem Klärraum abgeführt werden.

**9.** Verfahren nach Anspruch 8,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß eine Fraktion (22) Stoffe enthält, die in einem nachgeschalteten Verfahrensschritt abgetrennt werden.

**10.** Flotationsvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der voranstehenden Ansprüche mit einem im wesentlichen rotationssymmetrischen, im Betrieb senkrecht stehenden Flotationsbehälter (12,12'), mindestens einem tangentialen Einlauf (13) für die zuzuführende Suspension, Mitteln (16,17,18,19) zur Erzeugung und Verteilung von Luftblasen, mindestens einem tangentialen Auslauf (14) für die abzuführende Suspension sowie im zentralen Bereich des Flotationsbehälters (12,12') mindestens einem Schaumrohr (15, 15') für die flotierten Anteile, das, axial betrachtet, an der Seite des Flotationsbehälters (12,12') angeordnet ist, an der sich auch der Auslauf (14) befindet,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß der Flotationsbehälter (12,12') zwischen Einlauf (13) und Auslauf (14) frei ist von radial sich erstreckenden Zwischenwänden.

**11.** Flotationsvorrichtung nach Anspruch 10,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß der Flotationsbehälter (12,12') kreiszylindrisch ist.

**12.** Flotationsvorrichtung nach Anspruch 10,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß sich der Flotationsbehälter (12,12') zum Auslauf hin verjüngt.

**13.** Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß sich im Bereich des Einlaufes (13) ein Turbulenzerzeuger (17) befindet.

**14.** Flotationsvorrichtung nach Anspruch 13,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß der Turbulenzerzeuger (17) ein sich sprunghaft erweiternder Stufendiffusor ist.

**15.** Flotationsvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß zur Flotation benötigte Luft in den Turbulenzerzeuger (17) zuführbar ist.

**16.** Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß zur Flotation benötigte Luft aus einem Luftkasten (18) durch einen durchlässigen Wandungsabschnitt (20) des Flotationsbehälters (12,12') radial in diesen einführbar ist.

**17.** Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß zur Flotation benötigte Luftblasen mit Hilfe einer vor dem oder im Einlauf (13) befindlichen Drossel durch Drucksenkung in der Suspension erzeugbar sind.

**18.** Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß das Verhältnis des größten Innendurchmessers des Schaumrohres (15,15') zum größten Innendurchmesser des Flotationsbehälters (12,12') größer als 0,6 ist.

**19.** Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß das Schaumrohr (15') mehrere, insbesondere zwei konzentrische, sich axial im wesentlichen dekkende Rohre aufweist, so daß mehrere, insbesondere zwei verschiedene Fraktionen mit flotiertem Stoff ausgeleitet werden können.

**20.** Flotationsvorrichtung nach Anspruch 19,
**dadurch gekennzeichnet,**
daß wenigstens aus einem, insbesondere dem radial außenliegenden, der durch die konzentrischen Rohre gebildeten Räume ein tangentialer Auslauf besteht.

## Claims

**1.** A method for separating off solids from a suspension by flotation in a substantially cylindrical clarification chamber (1), the suspension during the flotation performing a rotational movement (3) on which an additional movement (4) is superposed which extends substantially in one direction of the axis of rotation (5), the floated contents moving radially inwards and furthermore substantially likewise in the direction of the axis of rotation (5) and

the discharge of the suspension (11) from the clarification chamber (1) being effected tangentially, characterised in that the suspension rotates during the flotation inside the cylindrical clarification chamber (1), without being carried radially inwards.

2. A method according to Claim 1, characterised in that microturbulences are produced in the suspension (2) which is supplied, as is known per se, close to the inlet into the clarification chamber (1).

3. A method according to Claim 1, characterised in that the inflow of the suspension (2) is effected tangentially.

4. A method according to Claim 1 or 2, characterised in that air (9) required for flotation reaches the clarification chamber (1) together with the suspension.

5. A method according to Claims 2 and 4, characterised in that air (9) required for flotation is admixed in the region of the microturbulences.

6. A method according to Claim 1 or 2, characterised in that air (9') required for flotation is added to the suspension in the clarification chamber (1).

7. A method according to Claim 1 or 2, characterised in that the suspension to be floated (2) contains dissolved air, and air bubbles required for flotation are produced by a pressure drop in the suspension.

8. A method according to Claim 1 or 2, characterised in that floated contents are removed from the clarification chamber in a plurality of fractions (21, 22).

9. A method according to Claim 8, characterised in that one fraction (22) contains substances which are separated off in a subsequent process step.

10. A flotation apparatus for performing the method according to one of the preceding claims, having a substantially rotationally symmetrical flotation vessel (12, 12') which is vertical in operation, at least one tangential inlet (13) for the suspension which is to be supplied, means (16, 17, 18, 19) for producing and distributing air bubbles, at least one tangential outlet (14) for the suspension which is to be removed and also at least one foam pipe (15, 15') in the central region of the flotation vessel (12, 12') for the floated contents which, viewed axially, is located on the side of the flotation vessel (12, 12') on which the outlet (14) is also located, characterised in that the flotation vessel (12, 12') is free of radially extending intermediate walls between the inlet (13) and outlet (14).

11. A flotation apparatus according to Claim 10, characterised in that the flotation vessel (12, 12') is cylindrical.

12. A flotation apparatus according to Claim 10, characterized in that the flotation vessel (12, 12') tapers towards the outlet.

13. A flotation apparatus according to one of Claims 10 to 12, characterised in that a turbulence generator (17) is located in the region of the inlet (13).

14. A flotation apparatus according to Claim 13, characterized in that the turbulence generator (17) is a step diffusor which widens discontinuously.

15. A flotation apparatus according to Claim 13 or 14, characterized in that air required for flotation can be supplied to the turbulence generator (17).

16. A flotation apparatus according to one of Claims 10 to 15, characterized in that air required for flotation can be introduced from an air box (18) radially into the flotation vessel (12, 12') through a permeable wall section (20) thereof.

17. A flotation apparatus according to one of Claims 10 to 16, characterized in that air bubbles required for flotation can be generated with the aid of a choke located before or in the inlet (13) by reducing pressure in the suspension.

18. A flotation apparatus according to one of Claims 10 to 16, characterized in that the ratio of the maximum internal diameter of the foam pipe (15, 15') to the maximum internal diameter of the flotation vessel (12, 12') is greater than 0.6.

19. A flotation apparatus according to one of Claims 10 to 18, characterized in that the foam pipe (15') has a plurality of, in particular two, concentric pipes which substantially coincide axially, so that a plurality of, in particular two, different fractions with floated pulp can be discharged.

20. A flotation apparatus according to Claim 19, characterized in that a tangential outlet consists of at least one, in particular the radially outer one, of the spaces formed by the concentric pipes.

## Revendications

1. Procédé de séparation de matières solides contenues dans une suspension, par flottation dans une enceinte de décantation (1) sensiblement, cylindrique, la suspension exécutant, pendant la flottation, un mouvement de rotation (3) auquel se superpose un autre mouvement (4) qui s'étend sensiblement dans la direction de l'axe de rotation (5), les parties

flottantes se déplaçant radialement vers l'intérieur et en outre sensiblement aussi dans la direction de l'axe de rotation (5) et la sortie de la suspension (11) de l'enceinte de décantation (1) s'effectuant tangentiellement, caractérisé en ce que pendant la flottation la suspension tourne à l'intérieur de l'enceinte de décantation (1) cylindrique, sans être guidée radialement vers l'intérieur.

**2.** Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans la suspension (2) alimentée, des micro-turbulences sont produites comme connu en soi, tout contre l'entrée dans l'enceinte de décantation (1).

**3.** Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'entrée de la suspension (2) s'effectue tangentiellement.

**4.** Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'air (9) nécessaire à la flottation parvient conjointement avec la suspension dans l'enceinte de décantation (1).

**5.** Procédé selon les revendications 2 et 4, caractérisé en ce que l'air (9) nécessaire à la flottation est ajouté par mélange dans la région des micro-turbulences.

**6.** Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'air (9) nécessaire à la flottation est ajouté a la suspension, dans l'enceinte de décantation (1).

**7.** Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la suspension (2) a faire flotter contient de l'air dissous et des bulles d'air nécessaires a la flottation sont produites par une chute de pression dans la suspension.

**8.** Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que des parties flottantes sont évacuées de l'enceinte de décantation en plusieurs fractions (21, 22).

**9.** Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'une fraction (22) contient des substances qui sont séparées au cours d'une étape de procédé suivante.

**10.** Dispositif de flottation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, comportant un récipient de flottation (12, 12'), se tenant verticalement pendant le fonctionnement, présentant sensiblement une symétrie de révolution, au moins une entrée (13) tangentielle pour la suspension à alimenter, des moyens (16, 17, 18, 19) pour la production et la distribution de bulles d'air, au moins une sortie (14) tangentielle pour la suspension à évacuer ainsi que dans la zone centrale du récipient de flottation (12, 12'), au moins un tube à mousse (15, 15') pour les parties flottantes, qui, vu axialement, est disposé sur le côté du récipient de flottation (12, 12') sur lequel se trouve aussi la sortie (14), caractérisé en ce que le récipient de flottation (12, 12') ne présente pas de cloison s'étendant radialement entre l'entrée (13) et la sortie (14).

**11.** Dispositif de flottation selon la revendication 10, caractérisé en ce que le récipient de flottation (12, 12') est cylindrique circulaire.

**12.** Dispositif de flottation selon la revendication 10, caractérisé en ce que le récipient de flottation (12, 12') se rétrécit vers la sortie.

**13.** Dispositif de flottation selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'un générateur de turbulences (17) se trouve dans la zone de l'entrée (13).

**14.** Dispositif de flottation selon la revendication 13, caractérisé en ce que le générateur de turbulences (17) est un diffuseur à gradins s'elargissant par paliers.

**15.** Dispositif de flottation selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que l'air nécessaire à la flottation peut être envoyé dans le générateur de turbulences (17).

**16.** Dispositif de flottation selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que l'air nécessaire à la flottation provenant d'un caisson à air (18) peut être envoyé radialement dans le récipient de flottation (12, 12'), à travers une portion de paroi (20) perméable de ce récipient.

**17.** Dispositif de flottation selon l'une des revendications 10 à 16, caractérisé en ce que les bulles d'air nécessaires à la flottation peuvent être produites à l'aide d'un organe d'étranglement, se trouvant devant ou dans l'entrée (13) par abaissement de la pression dans la suspension.

**18.** Dispositif de flottation selon l'une des revendications 10 à 16, caractérisé en ce que le rapport du plus grand diamètre intérieur du tube à mousse (15, 15') au plus grand diamètre intérieur du récipient de flottation (12, 12') est supérieur à 0,6.

**19.** Dispositif de flottation selon l'une des revendications 10 à 18, caractérisé en ce que le tube à mousse (15') comporte plusieurs tubes, en particulier deux tubes concentriques se recouvrant sensi-

blement axialement, de sorte que plusieurs fractions différentes, en particulier deux, peuvent être évacuées avec la substance flottante.

**20.** Dispositif de flottation selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'une sortie tangentielle est constituée d'au moins une enceinte, en particulier l'enceinte radialement extérieure, parmi celles formées par les tubes concentriques.

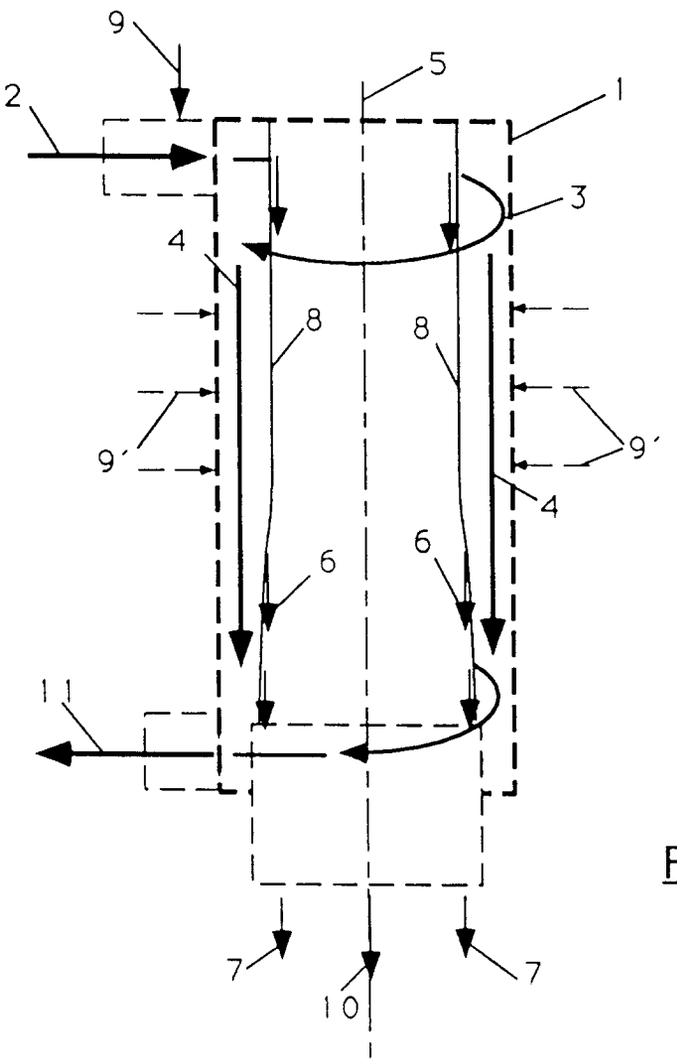



Fig. 1

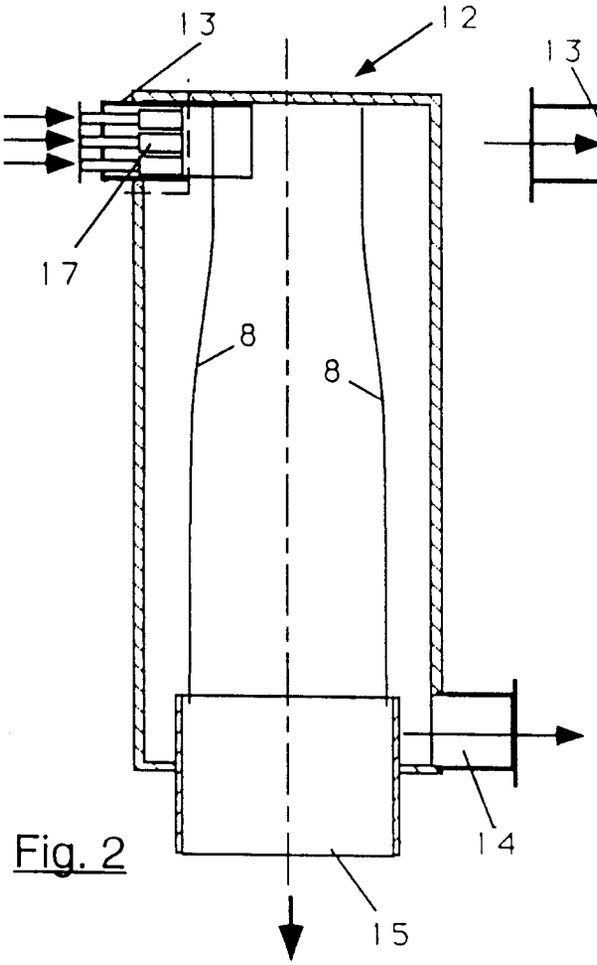



Fig. 2

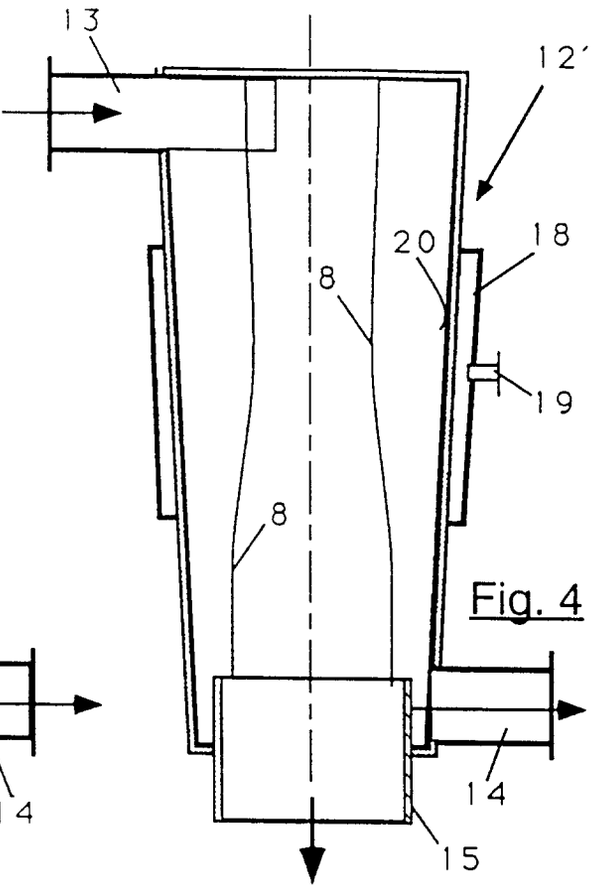



Fig. 4

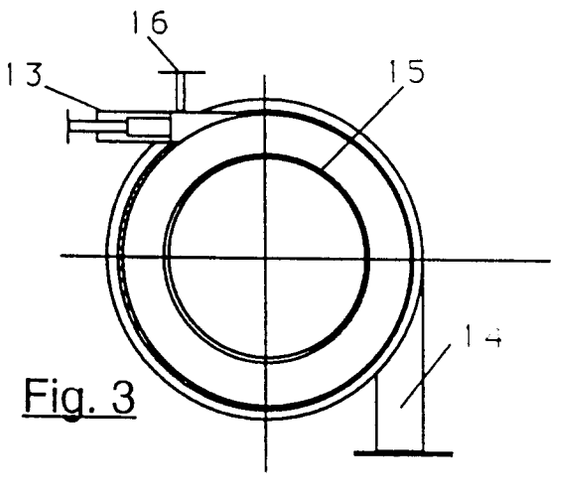



Fig. 3

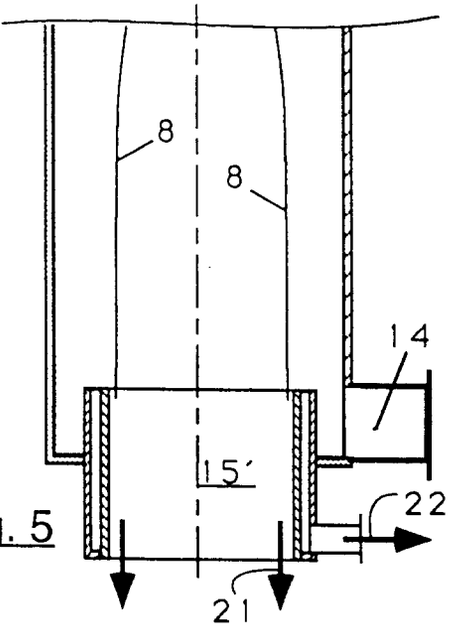



Fig. 5