

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 801 989 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.01.2003 Patentblatt 2003/03

(51) Int Cl.7: **B03D 1/24**, B03D 1/14,
D21F 1/70

(21) Anmeldenummer: **97102625.7**

(22) Anmeldetag: **19.02.1997**

(54) **Flotationsverfahren**

Flotation method

Procédé de flottation

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR

(30) Priorität: **17.04.1996 DE 19615089**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.10.1997 Patentblatt 1997/43

(73) Patentinhaber: **Voith Paper Fiber Systems GmbH
& Co.KG**
88191 Ravensburg (DE)

(72) Erfinder: **Müller, Jens, Dr.**
Appleton 54914 WI (US)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 243 690 DE-A- 3 401 161
DE-U- 9 404 986 FR-A- 2 156 375
FR-A- 2 256 902 US-A- 3 371 779
US-A- 4 490 259

EP 0 801 989 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Flotationsverfahren zum Abtrennen von Feststoffen aus einer papierstoffhaltigen Suspension gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Verfahren dieser Art sind z.B. aus der DE-OS 34 01 161 bekannt. Ihre Anwendung liegt in der Papierindustrie bei der Entfernung von Druckfarben, Klebern oder sonstigen störenden Verunreinigungen, die überwiegend aus dem Altpapier stammen. Dabei wird die Faser auf Grund ihrer Hydrophobie in der Suspension als Gutstoff abgeführt, während die verunreinigenden Feststoffe mit dem Schaum verworfen werden. Wegen dieser Aufteilung der Feststoffströme in Fasern und Verunreinigungen spricht man von selektiver Flotation. Es sind auch andere Anwendungen von Verfahren dieser Art bekannt, bei denen ein möglichst großer Anteil der Feststoffe durch Flotation entfernt wird, z.B. bei der Behandlung von durch Abpressen erzeugten Abwässern in der Papierindustrie. In solchen Fällen spricht man auch von Klärflotation oder wegen des Begasungsmechanismus von Entspannungsflotation.

[0003] Aus der US 4,490,259 ist eine Flotationsapparatur bekannt, bei der eine Flüssigkeit zunächst mit den erforderlichen Flotationschemikalien vermischt und anschließend in das eigentliche Flotationsgefäß eingegeben wird. Die Belüftung erfolgt erst im Flotationsgefäß, und zwar mit Hilfe einer Elektrolyse. In einem innerhalb des Flotationsgefäßes angeordneten Mischorgan, das mehrere diffusorartige Stufensprünge aufweist, erfolgt dann die Vermischung der Gasblasen mit der Suspension.

[0004] Etwas anders arbeitet der Flotationsbehälter gemäß der EP 0 243 690 A, bei dem die Belüftung der Suspension bereits innerhalb des Zuleitungsrohrs in das Flotationsgefäß erfolgt. Das Zuleitungsrohr ist also als Mischrohr ausgebildet, wobei vorgeschlagen wird, die Luft mit Hilfe von Blenden in der strömenden Suspension zu verteilen, mit denen also auch wieder eine Art Diffusorwirkung erreichbar ist.

[0005] Wie bereits erwähnt, sind solche Verfahren seit langem in Gebrauch und haben einen relativ hohen Effektivitätsstandard erreicht. Dennoch ergibt sich die Anforderung einer weiteren Verbesserung des Effektes.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Flotationsverfahren mit einem besseren Trenneffekt und/oder einem geringeren spezifischen Energiebedarf zu schaffen. Bessere Trennung heißt, dass die Menge der entfernten, unerwünschten Bestandteile der Papierfaserstoffsuspension weiter erhöht wird, also eine bessere Sauberkeit des Papierfaserstoffes erzielt wird oder ein geringerer Faserverlust oder beides.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Kennzeichen Im Anspruch 1 vollständig gelöst.

[0008] Die wesentlichen Wirkungen des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich wie folgt beschreiben: Der Impulsaustausch im Bereich des Mischelementes

ist so geartet, dass gerade die spezifisch notwendige Energiedissipation stattfindet, um die Anlagerung von hydrophoben Feststoffteilchen an die Blasen zu fördern. Dabei werden weder die Luftblasen nachteilig verändert, noch bereits an Luftblasen angelagerte Teilchen wieder abgerissen. Vielmehr kann, wenn gewünscht, die Blasengröße durch das Verfahren besser beeinflusst werden. Es hat sich nämlich gezeigt, dass ein anforderungsgemäßes Blasengrößenspektrum speziell in Faserstoffsuspensionen allein durch konventionelle Injektoren schwer herzustellen oder instabil ist. Die ganze Energieumsetzung findet beim neuen Verfahren unter besonders günstigen Bedingungen statt, insbesondere im Vergleich zu den bekannten Injektoren, da wegen der größeren beteiligten Volumina die Geschwindigkeiten geringer sein können. Das wird dadurch erreicht, dass die Strömungsgeschwindigkeit, im Mischelement auf höchstens 2 m/sec, in besonderen Fällen höchstens 1 m/sec eingestellt wird. Ferner ist es günstig, das Volumen der zur Flotation bestimmten Gasblasen im Mischelement auf höchstens das Dreifache des Suspensionsvolumens zu beschränken.

[0009] Die sich im Flotationsbehälter befindende Suspension erhält eine Umtriebsbewegung, da mit Hilfe des Mischelementes ein innerhalb des Flotationsbehälters wirksamer Sog erzeugt wird. Dabei kann das Mischelement ein relativ kleines Mischvolumen von höchstens 5 %, bezogen auf das Suspensionsvolumen im Flotationsbehälter, haben. Es kann einen Strömungskanal aufweisen mit einem konstanten Strömungsquerschnitt, der zwischen 0,001 bis 0,05 m² groß ist. Der Zuströmquerschnitt in das Mischelement ist mit Vorteil 1,5 bis 5 Mal so groß wie die Fläche der Einlauföffnung für die Suspension in den Flotationsbehälter.

[0010] Durch den erwähnten Sog können bestimmte Anteile der Im Flotationsbehälter befindlichen Suspension mehrmals mit dem frisch eingeströmten und hoch begasten Suspensionsstrom vermischt werden. Diese Rezirkulationsbewegung erhöht daher die Wahrscheinlichkeit, dass abzuscheidende Feststoffpartikel mit den eingetragenen Luftblasen in Kontakt treten können. Auch dadurch wird die Trennwirkung des Flotationsverfahrens verbessert. Die beschriebene Sogwirkung ist ferner geeignet, die Wirbel abzuziehen, die im Stand der Technik unmittelbar an der Mündung des Einlaufrohrs in den Flotationsbehälter entstehen können. Diese Wirbel stören die Flotation und kosten unnötig Energie. Werden sie erfindungsgemäß abgesaugt, kann ihre Energie nutzbringend zur Begasung und Vermischung eingesetzt werden.

[0011] Andererseits wird die Umtriebsbewegung so gesteuert, dass sie der Flotation nicht schaden kann. Das heißt: Die Bewegung der Gasblasen zur Oberfläche findet nach wie vor in der notwendigen Weise statt, da die Umtriebsströmung lokal auf einen kleinen Teil der im Flotationsbehälter befindlichen Suspension begrenzt wird. Vorzugsweise verlässt die Suspension das Mischelement in etwa waagerechter Richtung, was auch

bei senkrecht angeordneter Einlaufleitung gilt.

[0012] Die Erfindung und ihre Vorteile werden erläutert anhand von Zeichnungen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 die Durchführung des Verfahrens anhand eines schematisch dargestellten Flotationsapparates;
- Fig. 2 eine erfindungsgemäß verwendete Mischvorrichtung, schematisch;
- Fig. 3 eine Variante mit geänderter Strömungsführung;
- Fig. 4 eine weitere erfindungsgemäß verwendete Mischvorrichtung, schematisch;
- Fig. 5, 6 und 7 schematisch: Weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung.

[0013] In Fig. 1 erkennt man einen schematisch dargestellten Flotationsapparat, an dem das erfindungsgemäße Verfahren erklärt werden kann. Der Flotationsapparat enthält einen nicht vollständig gezeichneten Flotationsbehälter 1. Dieser ist bei Durchführung des Verfahrens zum überwiegenden Teil mit Suspension gefüllt, auf dessen Oberfläche sich, wie an sich bekannt, ein Schaum 8 bildet, der einen möglichst großen Teil der auszuflotierenden Bestandteile enthält. Er kann über ein Schaumwehr als Rejekt R abfließen. Die papierfaserstoffhaltige Suspension S 1 gelangt durch eine Einlauföffnung 2 aufweisendes Einlaufelement 6 in den Flotationsbehälter 1. Dabei wird sie, wie hier dargestellt, bereits vor Eintritt in den Flotationsbehälter mit Gas G, z.B. Luft, vermischt. Erfindungsgemäß wird die eingeströmte Suspension durch ein Mischelement 3 geführt, dessen Zuströmöffnung 4 sich in einem Abstand a von der Einlauföffnung 2 befindet. Dieser Abstand a beträgt mit Vorteil höchstens 1 m. Wie durch Pfeile angedeutet, wird ein Teil der sich im Flotationsbehälter 1 befindenden Suspension S 2 in den Raum zwischen der Einlauföffnung 2 und der Zuströmöffnung 4 angesaugt. Dieser Zwischenraum hat die Funktion eines Sammelraumes 7 (Fig. 2). Die durch Flotation gereinigte Suspension tritt als Gutstoff A durch die Auslauföffnung 5 aus dem Flotationsbehälter 1 wieder aus. In vielen Fällen handelt es sich dabei um eine von Fremdstoffen befreite Faserstoffsuspension oder in besonderen Fällen um geklärtes Wasser, bei dem also ein möglichst großer Anteil aller enthaltenen Feststoffe durch die Flotation entfernt worden ist.

[0014] In Fig. 2 sind Mischelement 3 und das zugehörige Einlaufelement 6 etwas detaillierter, aber dennoch schematisch gezeichnet. Gestrichelt angedeutet ist der Sammelraum 7 zwischen der Einlauföffnung 2 und der Zuströmöffnung 4. In Strömungsrichtung gesehen, hat das Mischelement 3 die Erstreckung c. Eine Besonderheit ist der Versatz b zwischen den Mittellinien beider Öffnungen. Dieser Versatz kann zum Regeln des Mischeffektes veränderbar sein, besonders dann, wenn

aus konstruktiven Gründen die Änderung des Abstandes a schwierig ist. Das wäre bei radialer Strömungsführung der Fall, wie etwa in Fig. 6 und 7. Der Versatz b beeinflusst die Rezirkulation der Suspension innerhalb des Flotationsbehälters. Die in Fig. 2 gezeigte Anordnung begünstigt durch den Versatz die Ansaugung der Suspension oberhalb des Mischelementes 3.

[0015] Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist die Einlauföffnung 2 nicht bündig mit der Wandung des Flotationsbehälters 1, was bei der Flotation Vorteile haben kann. In Abänderung hiervon kann die Einlauföffnung 2 aber auch in der Behälterwandung liegen.

[0016] Unter anderem bestimmt die Größe des Abstandes a den Misch- und damit auch den Flotationseffekt. Deshalb kann ihre Veränderung durchaus als Möglichkeit zur Steuerung des Flotationsverfahrens verwendet werden. Hierzu ist in Fig. 3 ein einfaches Beispiel gezeigt, bei dem das Mischelement 3 verschiebbar mit dem Einlaufelement 6 verbunden ist. Diese Verschiebung kann auch mit einem Motor erfolgen und der Motor als Stellglied eines Regelkreises fungieren. Die Realisierung der Einstellbarkeit ist auf verschiedene Weise möglich und dem Fachmann geläufig.

[0017] Die Fig. 4 zeigt eine sehr spezielle Vorrichtung, um das Verfahren mit besonders einfachen Mitteln durchzuführen. Hier bildet nämlich das Mischelement 3 mit dem Einlaufelement 6 eine Einheit. Die Ansaugung der bereits im Flotationsbehälter befindlichen Suspension erfolgt dabei durch Langlöcher, die stromaufwärts vom Mischelement 3 angebracht sind. Auf diese Weise entsteht auch bei dieser einfachen Vorrichtung ein Abstand a zwischen der Einlauföffnung 2 und der Zuströmöffnung 4, wobei diese Öffnungen hier als Ovale angedeutet sind.

[0018] In Fig. 5 ist der Schnitt durch einen Flotationsbehälter 1' gezeigt, welcher abweichend von dem in Fig. 1 einen ovalen Querschnitt hat. Außerdem wird die Suspension S 1 in diesen Behälter durch ein Einlaufelement 6' zugeführt und belüftet, welches eine zylindrische Einlauföffnung aufweist. Dadurch strömt die zu flotierende Suspension radial von innen nach außen in den Flotationsbehälter 1'. Diese an sich bekannte Strömungsführung hat beträchtliche Vorteile bei der Flotation. Das Einlaufelement 6' kann mit Vorteil, wie hier gezeichnet, exmittig im Flotationsbehälter 1' angebracht sein. Auch bei einer solchen Flotationseinrichtung ist das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar, wobei wegen der radialen Zuströmung der Suspension das Mischelement 3' im wesentlichen ringförmig um die Einlauföffnung 2' positioniert ist.

[0019] Die Verhältnisse in dem beschriebenen Bereich des Einlaufelementes 6' sind etwas detaillierter in Fig. 6 dargestellt. Dabei hat das Mischelement relativ zur Einlauföffnung 2' einen Höhenversatz. Dieser ist nicht notwendig, kann aber zur Regelung der Vermischung im Flotationsbehälter, wie bereits ausgeführt, verwendet werden. Die mechanische Realisierung die-

ser Verstellmöglichkeit ist hier nicht dargestellt, sie ist dem Fachmann geläufig.

[0020] In den Fällen, in denen die Suspension aus dem Mischelement in einer radial nach außen gerichteten Strömung austritt, kann das Mischelement 3" auch von der Art sein, wie es in der Fig. 7 gezeigt ist. Hier wird die Suspension S 1 durch das Einlaufelement 6' senkrecht in den Flotationsbehälter 1 eingegeben, wobei sowohl die Einlauföffnung 2" als auch die Zuströmöffnung 4" waagerecht sind. Dazwischen entsteht eine im Wesentlichen senkrechte Strömung, in der eine Vermischung der bereits im Flotationsbehälter sich befindenden Suspension S 2 mit der neu eingeführten Suspension S 1 stattfindet. Die Umlenkung aus der Senkrechten in die Waagerechte erfolgt innerhalb des Mischelementes 3", das einen entsprechend ausgebildeten Kanal aufweist. Auch hier kann wiederum, falls gewünscht, das Mischelement 3" relativ zum Einlauteil 6' verschiebbar angeordnet sein, um dadurch das Flotationsverfahren zu steuern.

Patentansprüche

1. Flotationsverfahren zum Abtrennen von Feststoffen aus einer papierfaserstoffhaltigen Suspension, bei dem der Suspension (S 1) zunächst die zur Flotation bestimmten Gasblasen zugemischt werden und diese dann durch eine Einlauföffnung (2, 2', 2'') in einen Flotationsbehälter (1, 1') eingeleitet wird und gereinigter Gutstoff (A) durch eine Auslauföffnung (5) ausgeleitet wird, wobei zumindest ein Teil der in der Suspension (S 1) vorhandenen Feststoffe durch Flotation in einem sich an der Oberfläche sammelnden Schaum konzentriert und dann aus dem Flotationsbehälter (1, 1') abgeführt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest der überwiegende Teil der in den Flotationsbehälter (1, 1') eingeströmten Suspension so durch ein Mischelement (3, 3', 3'') geführt wird, dass sie vor Eintritt in das Mischelement (3, 3', 3'') einen Teil der bereits im Flotationsbehälter (1, 1') vorhandenen Suspension (S 2) ansaugt und zusammen mit dieser durch das Mischelement (3, 3', 3'') strömt mit einer Geschwindigkeit von höchstens 2 m/sec, wobei eine Vermischung dieser Ströme erfolgt.
2. Flotationsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchströmung des Mischelementes (3, 3', 3'') mit einer Geschwindigkeit von höchstens 1 m/sec erfolgt.
3. Flotationsverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Mischelement (3, 3', 3'') innerhalb des Flotationsbehälters (1, 1') ist, wobei seine Zuström-

öffnung (4, 4', 4'') einen Abstand (a) von höchstens 1 m zur Einlauföffnung (2, 2', 2'') hat.

4. Flotationsverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Mischvolumen innerhalb des Mischelementes (3, 3', 3'') höchstens 5 % des Suspensionsvolumens im Flotationsbehälter (1, 1') ist.
5. Flotationsverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Abstand (a) zwischen der Einlauföffnung (2, 2', 2'') und Zuströmöffnung (4, 4', 4'') des Mischelementes (3, 3', 3'') einstellbar ist.
6. Flotationsverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Position des Mischelementes (3, 3', 3'') relativ zur Einlauföffnung (2, 2', 2'') quer zur Einlaufströmungsrichtung einstellbar ist, so dass auf Wunsch ein Versatz (b) erzeugt werden kann.
7. Flotationsverfahren nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einstellung während des Betriebes in Abhängigkeit von den Flotationseffekt charakterisierenden Meßwerten verändert wird.
8. Flotationsverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspension (S 1) in einer horizontalen Strömung durch die Einlauföffnung (2, 2', 2'') in den Flotationsbehälter (1, 1') eintritt.
9. Flotationsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspension (S 1) in einer senkrechten Strömung durch die Einlauföffnung (2, 2', 2'') in den Flotationsbehälter (1, 1') eintritt.
10. Flotationsverfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspensionsströmung im Mischelement (3'') so umgelenkt wird, dass sie radial nach außen daraus austritt.
11. Flotationsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Suspension (S1) in einer horizontalen Radialströmung durch die Einlauföffnung (2') in den Flotationsbehälter (1') eintritt und dass das Mischelement (3') radial von innen nach außen durchströmt wird.

12. Flotationsverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Volumen der zur Flotation bestimmten Gasblasen im Mischelement (3, 3', 3'') höchstens das Dreifache des Suspensionsvolumens ist. 5
13. Flotationsverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass die Suspension (S 1) vor dem Einleiten in den Flotationsbehälter (1, 1') zusammen mit sich in ihr lösendem Gas unter Überdruck gesetzt wird und dass die zur Flotation bestimmten Gasblasen durch nachfolgende Entspannung der Suspension entstehen. 15

Claims

1. A flotation process for separating off solids from a suspension containing paper stock, in which first of all the gas bubbles intended for flotation are admixed to the suspension (S1) and these are then introduced through an inlet opening (2, 2', 2'') into a flotation vessel (1, 1') and cleaned accepted stock (A) is discharged through an outlet opening (5), at least part of the solids present in the suspension (S1) being concentrated by flotation in a froth collecting on the surface and then being removed from the flotation vessel (1, 1'),
characterised in that
 at least the predominant part of the suspension which has flowed into the flotation vessel (1, 1') is passed through a mixing element (3, 3', 3'') such that before entering the mixing element (3, 3', 3'') a portion of the suspension (S2) already present in the flotation vessel (1, 1') is drawn in and together therewith flows through the mixing element (3, 3', 3'') at a rate of at most 2 m/sec, with mixing of these flows taking place. 20 25 30 35 40
2. A flotation process according to Claim 1, **characterised in that** the flow through the mixing element (3, 3', 3'') takes place at a rate of at most 1 m/sec. 45
3. A flotation process according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the mixing element (3, 3', 3'') is located within the flotation vessel (1, 1'), its inflow opening (4, 4', 4'') being at a distance (a) of at most 1 m from the inlet opening (2, 2', 2''). 50
4. A flotation process according to Claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the mixing volume within the mixing element (3, 3', 3'') is at most 5% of the suspension volume in the flotation vessel (1, 1'). 55
5. A flotation process according to one of the preceding claims, **characterised in that** the distance (a) between the inlet opening (2, 2', 2'') and the inflow opening (4, 4', 4'') of the mixing element (3, 3', 3'') is adjustable.
6. A flotation process according to one of the preceding claims, **characterised in that** the position of the mixing element (3, 3', 3'') relative to the inlet opening (2, 2', 2'') is adjustable transversely to the direction of incoming flow, so that an offset (b) can be produced as desired.
7. A flotation process according to Claim 5 or 6, **characterised in that** the adjustment is altered during operation as a function of measured values which characterise the flotation effect.
8. A flotation process according to one of the preceding claims, **characterised in that** the suspension (S1) enters the flotation vessel (1, 1') through the inlet opening (2, 2', 2'') in a horizontal flow.
9. A flotation process according to one of Claims 1 to 7, **characterised in that** the suspension (S1) enters the flotation vessel (1, 1') through the inlet opening (2, 2', 2'') in a vertical flow.
10. A flotation process according to Claim 9, **characterised in that** the flow of suspension in the mixing element (3'') is deflected such that it emerges therefrom radially outwards.
11. A flotation process according to one of Claims 1 to 7, **characterised in that** the suspension (S1) enters the flotation vessel (1') through the inlet opening (2') in a horizontal radial flow and that the flow through the mixing element (3') is radially from the inside to the outside.
12. A flotation process according to one of the preceding claims, **characterised in that** the volume of the gas bubbles intended for flotation in the mixing element (3, 3', 3'') is at most three times the suspension volume.
13. A flotation process according to one of the preceding claims, **characterised in that** the suspension (S1) before introduction into the flotation vessel (1, 1') together with gas dissolving therein is placed under excess pressure and that the gas bubbles intended for flotation are produced by subsequently relieving the pressure on the suspension.

Revendications

1. Procédé de flottation pour séparer les matières solides d'une suspension contenant une pâte à papier,

dans lequel on ajoute d'abord en les mélangeant les bulles de gaz destinées à la flottation, puis cette suspension est introduite à travers une ouverture d'entrée (2, 2', 2'') dans un récipient de flottation (1, 1'), et la pâte à papier finie (A) épurée est extraite à travers une ouverture de sortie (5), une partie au moins des matières solides se trouvant dans la suspension (1) étant concentrée dans une mousse se formant à la surface, puis évacuée du récipient de flottation (1, 1'), **caractérisé en ce qu'**au moins la majeure partie de la suspension introduite dans le récipient de flottation (1, 1') est guidée par un élément de malaxage (3, 3', 3'') de manière qu'avant d'entrer dans l'élément de malaxage (3, 3', 3''), elle attire une partie de la suspension (S2) se trouvant déjà dans le récipient de flottation (1, 1') et s'écoule avec celle-ci, à travers l'élément de malaxage (3, 3', 3''), à une vitesse de 2 m/s au maximum, tandis qu'il se produit un brassage de ces courants.

2. Procédé de flottation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la traversée de l'élément de malaxage (3, 3', 3'') s'effectue à une vitesse de 1 m/s au maximum.

3. Procédé de flottation selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément de malaxage (3, 3', 3'') se trouve à l'intérieur du récipient de flottation (1, 1'), son ouverture d'arrivée (4, 4', 4'') se situant à une distance (a) de 1 m au maximum de l'ouverture d'entrée (2, 2', 2'').

4. Procédé de flottation selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le volume de mélange à l'intérieur de l'élément de malaxage (3, 3', 3'') représente au maximum 5 % du volume de la suspension dans le récipient de flottation (1, 1').

5. Procédé de flottation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la distance (a) entre l'ouverture d'entrée (2, 2', 2'') et l'ouverture d'arrivée (4, 4', 4'') de l'élément de malaxage (3, 3', 3'') est réglable.

6. Procédé de flottation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position de l'élément de malaxage (3, 3', 3'') par rapport à l'ouverture d'entrée (2, 2', 2'') est réglable transversalement à la direction du courant d'entrée, ce qui fait que l'on peut produire, si on le souhaite, un décalage (b).

7. Procédé de flottation selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le réglage est modifié pendant le fonctionnement en fonction de valeurs de mesure qui caractérisent l'effet de flottation.

8. Procédé de flottation selon l'une des revendications

précédentes, **caractérisé en ce que** la suspension (S1) pénètre à l'intérieur du récipient de flottation (1, 1'), en un écoulement horizontal à travers l'ouverture d'entrée (2, 2', 2'').

9. Procédé de flottation selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la suspension (S1) pénètre dans le récipient de flottation (1, 1') en un écoulement vertical à travers l'ouverture d'entrée (2, 2', 2'').

10. Procédé de flottation selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'écoulement de la suspension dans l'élément de malaxage (3'') est dévié de manière qu'il en sorte radialement vers l'extérieur.

11. Procédé de flottation selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la suspension (S1) pénètre dans le récipient de flottation (1') en un écoulement radial horizontal à travers l'ouverture d'entrée (2'), et **en ce que** l'élément de malaxage (3') est traversé radialement de l'intérieur vers l'extérieur.

12. Procédé de flottation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le volume des bulles de gaz destinées à la flottation dans l'élément de malaxage (3, 3', 3'') est au plus égal à trois fois le volume de la suspension.

13. Procédé de flottation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**avant d'être introduite dans le récipient de flottation (1, 1'), la suspension (S1) est soumise à une surpression avec le gaz se dissolvant dans celle-ci, et **en ce que** les bulles de gaz destinées à la flottation se forment par détente consécutive de la suspension.

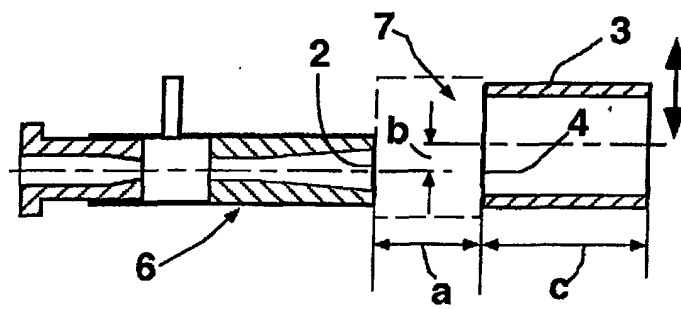
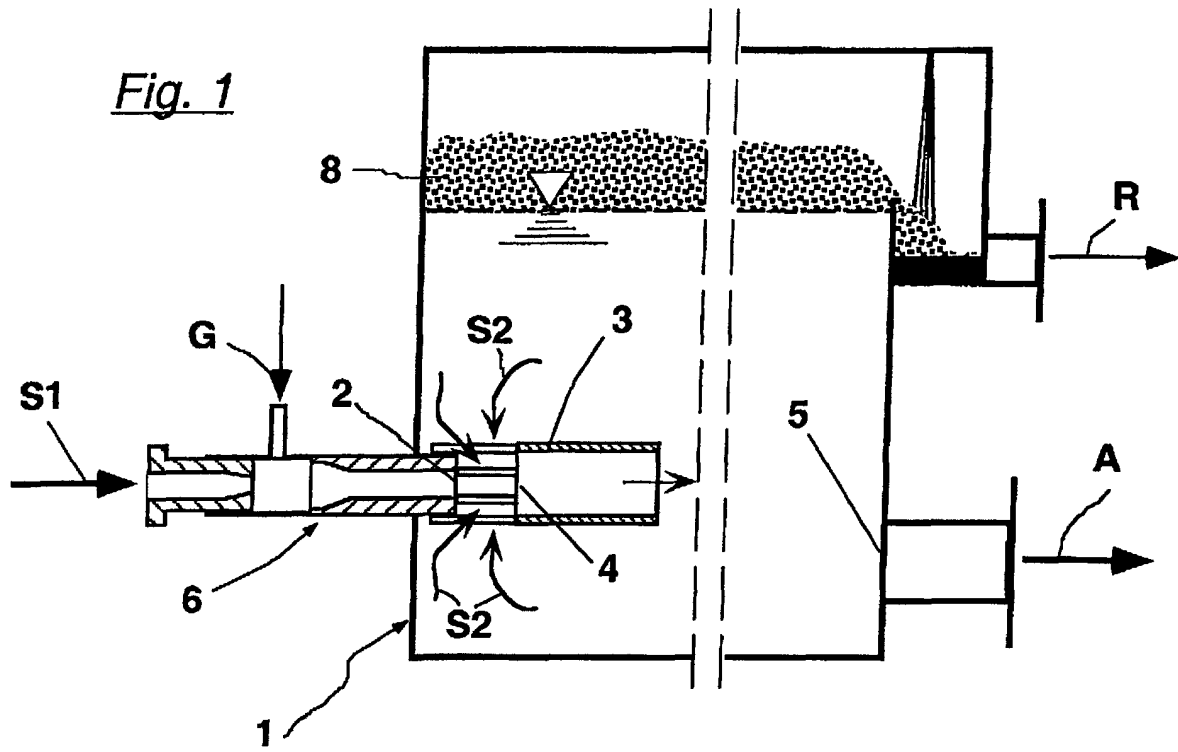


Fig. 2

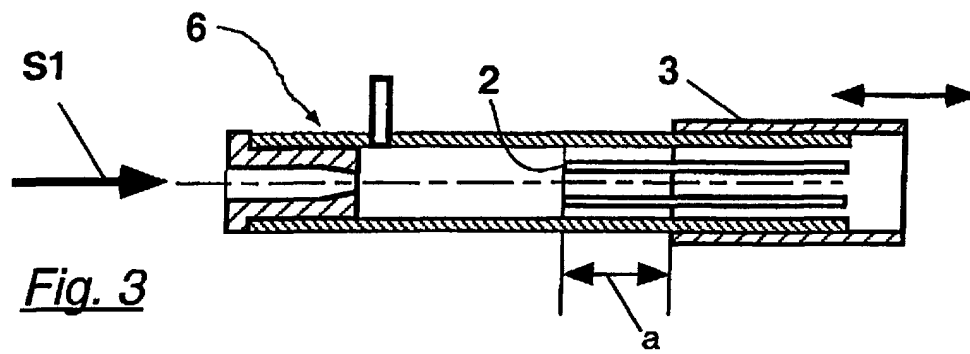


Fig. 3

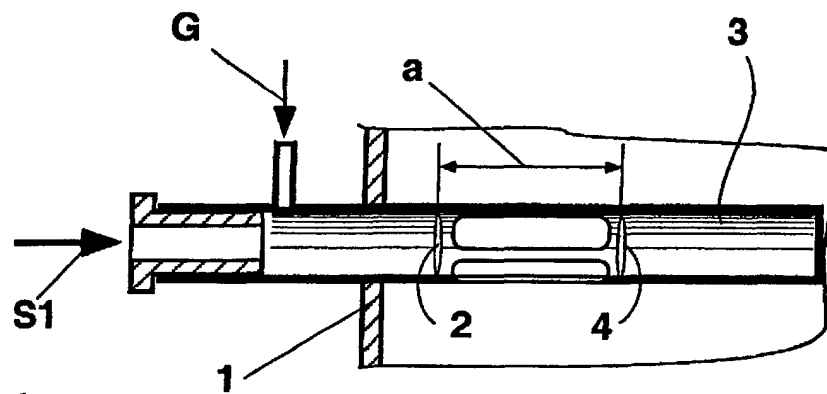


Fig. 4

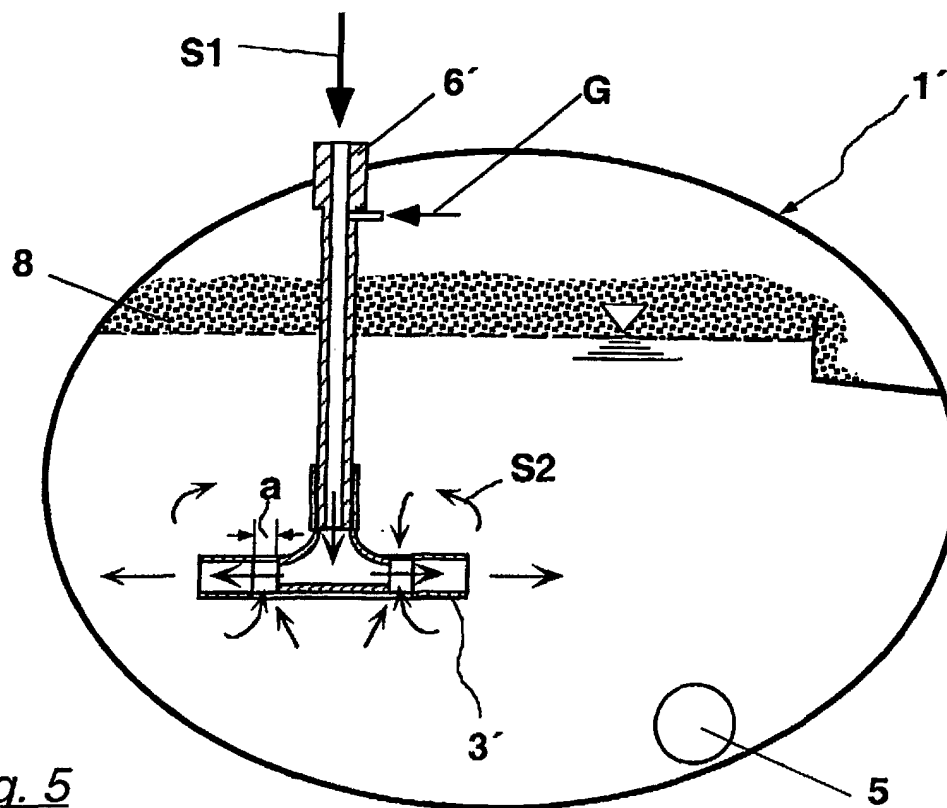


Fig. 5

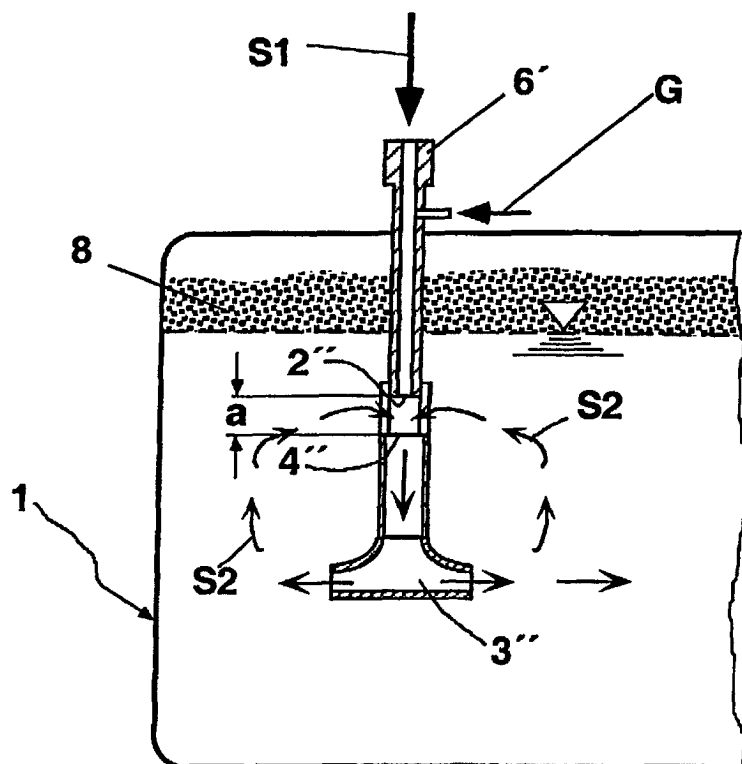
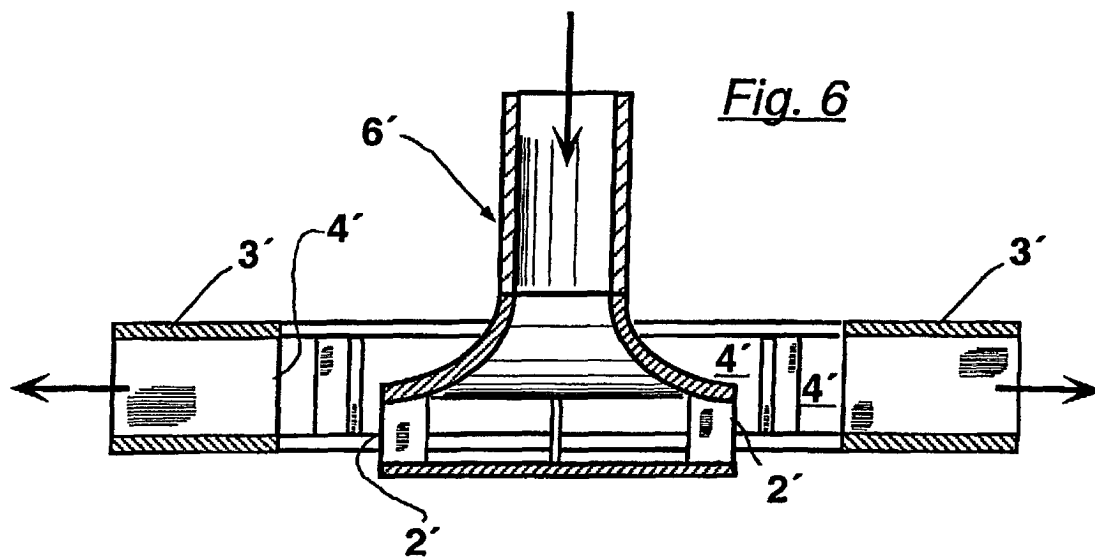


Fig. 7