



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 040 318.3**

(22) Anmeldetag: **05.09.2009**

(43) Offenlegungstag: **10.03.2011**

(51) Int Cl.⁸: **D21C 5/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Voith Patent GmbH, 89522 Heidenheim, DE

(72) Erfinder:
Störzer, Martin, Dr., 88289 Waldburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

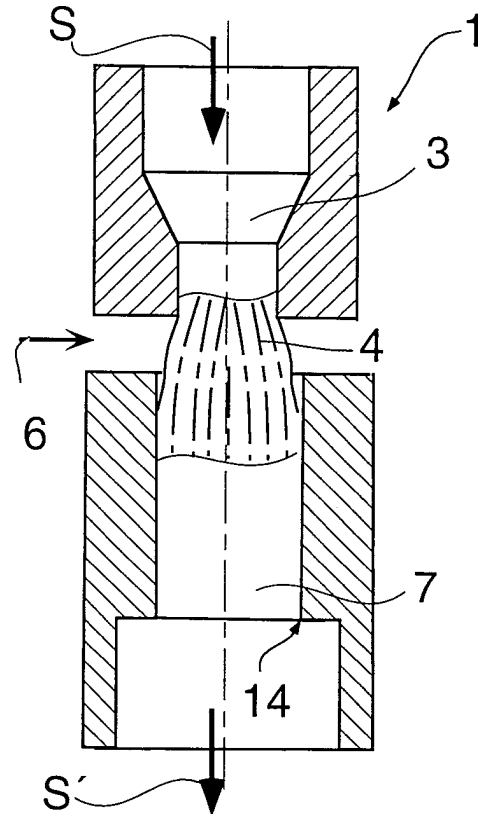
DE	43 14 507	C1
DE	32 45 847	C1
DE	31 44 386	C2
DE	10 2008 056040	A1
DE	44 14 272	A1
DE	35 29 638	A1
AT	5 01 976	A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Entfernung von Störstoffen aus einer Fasersuspension durch Flotation sowie Flotationsvorrichtung zu seiner Durchführung**

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren dient zur Entfernung von Störstoffen mit Hilfe von Gasblasen aus einer wässrigen Fasersuspension (S), wobei der Fasersuspension (S) in einer Mischvorrichtung (1) mindestens ein Strom von Gas (6) zugeführt und Gasblasen gebildet werden, wodurch Störstoffe aus der Fasersuspension (S) in einem Flotationschaum gesammelt und mit diesem abgeführt werden. Dabei werden besondere Maßnahmen getroffen um den zu begasenden Suspensionsstrahl (4) zu destabilisieren, was insbesondere auch bei höheren Faserstoffdichten Gasblasen geeigneter Größe und deren gute Vermischung ermöglicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung von Störstoffen aus einer wässrigen Papierfasersuspension gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Durch Flotation wird ein auszuscheidende Stoffe enthaltender Schaum oder Schwimmschlamm gebildet. Ein typischer Anwendungsfall für solche Verfahren ist die Aufbereitung von einer aus bedrucktem Altpapier gewonnenen Suspension, in der die Druckfarbenpartikel bereits von Fasern abgelöst sind, so dass sie sich ausflotieren lassen. Der hier beschriebene Flotationsvorgang nutzt die Unterschiede zwischen Papierfaserstoff und unerwünschten Störstoffteilchen in der Art, dass der Faserstoff auf Grund seines eher hydrophilen Charakters in der Fasersuspension verbleibt, während die angesprochenen Störstoffteilchen hydrophob sind und deshalb zusammen mit den Luftblasen in den Schaum gelangen. Weil dabei nicht alle Feststoffe ausflotiert, sondern Fasern von Verunreinigungen getrennt werden, spricht man von selektiver Flotation. Der ebenfalls benutzte Begriff „Flotationsdeinking“ wird in der Regel nicht nur für die Entfernung von Druckfarbenpartikeln (Ink = Druckfarbe), sondern auch allgemeiner für die selektive Flotation von Verunreinigungen aus Fasersuspensionen verwendet. Solche Stoffe sind insbesondere Kleber, feine Kunststoffpartikel und eventuell auch Harze.

[0003] Der Stand der Technik bezüglich Flotationsverfahren für Fasersuspensionen ist bereits sehr weit fortgeschritten. Daher gibt es Lösungen, welche durchaus geeignet sind, einen großen Teil der Feststoffpartikel durch Flotation zu entfernen. Das gilt besonders für Verfahren, bei denen die Faserstoffdichte (Anteil der Fasern an der Gesamtmasse der Fasersuspension) der zu flotierenden Fasersuspension bei ca. 1% liegt. Höhere Faserstoffdichten (z. B. 1,2 bis 2,5%) führen bisher in der Regel zu einem Effektivitätsverlust, z. B. geringerem Endweißgrad und/oder höherem Schmutzpunktgehalt. Die Begasung der zu flotierenden Suspension (als Gas wird im Allgemeinen Luft verwendet) erfolgt in einer dafür spezifizierten Mischvorrichtung durch Zumischung des Flotationsgases nach dem Injektorprinzip. Dabei wird das Gas von der strömenden Suspension angesaugt und mit der Suspension vermischt. Dabei wird dazu mindestens ein Suspensions-Freistrahler gebildet. Außerdem muss das Gas in Form von definierten Gasblasen möglichst gleichmäßig in der Suspension verteilt und mit den auszuflotierenden Feststoffteilchen in Kontakt gebracht werden.

[0004] Bekannte Mischvorrichtungen weisen mindestens eine abrupte Querschnittserweiterung (Stufensprung) auf, um die Suspension zu verwirbeln und dadurch das Eindringen des Gases zu verstärken.

Außerdem wird der Suspensionsfluss in eine Vielzahl von parallelen Einzelstrahlen aufgeteilt, wozu meistens eine Lochplatte mit zylindrischen Öffnungen verwendet wird.

[0005] Die DE 31 20 202 A1, beschreibt einen Injektorapparat bei dem eine Ansaugung von Luft aus dem Inneren der Flotationszelle erfolgt sowie die Bildung von zur Flotation benötigten Luftblasen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Effektivität des Verfahrens weiter zu verbessern. Insbesondere soll es möglich werden, dass auch bei ungünstigen Betriebsbedingungen, z. B. bei Faserstoffdichten, die höher (bei ca. 1,2 bis 2,5%) liegen als üblich (ca. 1%) eine gute Gaseinmischung und Gasblasen im vorteilhaften Größenspektrum erreicht werden.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

[0008] Der Unteransprüche 21 bis 27 beschreiben vorteilhafte Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

[0009] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, den fließenden Suspensionsstrahl so zu gestalten, dass das zugegebene Gas nach dem Austritt aus dem Strahlbildungschanal leichter in die Oberfläche eindringen kann. Das wird durch Destabilisierung, also das Aufreißen oder Aufplatzen des Strahles erreicht. Dadurch wird die Reibung zwischen Suspension und Gas deutlich erhöht, weshalb der Strahl mehr Gas aufnimmt. Um das Aufreißen oder Aufplatzen des Strahles zu erreichen, werden zusätzliche Turbulenzen erzeugt oder vorhandene Turbulenzen verstärkt. Möglichkeiten hierzu bieten:

1. Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Suspensionsstrahles und/oder
2. speziell ausgestaltete Führungsfläche(n) der suspensionsberührten Wandungen des Strahlbildungschanals und/oder
3. speziell ausgestaltete Führungsfläche der suspensionsberührten Wandungen des dem Strahlbildungschanal stromabwärts folgenden Bereiches der Mischvorrichtung.

Zu 1:

[0010] Üblicherweise wird eine mit Papier- oder Zellstofffasern erzeugte Suspension in Rohrleitungen mit einer über den Strömungsquerschnitt gemittelten Strömungsgeschwindigkeit von ca. 2 m/s transportiert. Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann im Strahlbildungschanal unmittelbar vor der Begasung eine erhebliche Beschleunigung, vorzugsweise auf über 10 m/s bis 15 m/s vorgenommen werden, was das Aufreißen oder Aufplatzen des Strahles bei und nach dem Austritt aus dem Strahlbil-

ditionskanal begünstigt. Weitere turbulenz erhöhende Maßnahmen können besonders wirksam in Kombination mit dieser Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durchgeführt werden.

Zu 2:

[0011] Raue Führungsflächen, erzeugt z. B. mit Hilfe von Riefen, Rillen, Nuten, Blindlöchern, Erhebungen, können den durch die Führungsflächen geführten Suspensionsstrahl destabilisieren.

[0012] Raue Oberflächen können auch drallerzeugend wirken, um das Aufreißen des Strahles weiter zu verstärken, z. B. wenn sie schraublinienförmig orientiert sind. Außerdem wird durch die bei der Strahlrotation auftretende Fliehkräfte das – leichtere – Gas in Richtung zum Zentrum des Strahles geführt.

[0013] Eine weitere Möglichkeit liegt darin, den beschleunigten Suspensionsstrahl durch einen Abschnitt mit sich stetig erweiternden Strömungsquerschnitt zuführen, um seinen Außendurchmesser und damit seine dem Gas zugängliche Außenfläche zu vergrößern.

Zu 3:

[0014] Raue Führungsflächen, erzeugt z. B. mit Hilfe von Riefen, Rillen, Nuten, Blindlöchern, Erhebungen, können den freien Suspensionsstrahl (nach Austritt aus dem Strahlbildungskanal) verwirbeln und destabilisieren, wenn er auf diese Flächen auftrifft. Dabei ist der Strahl vom bereits zugegebenen Gas umgeben, kann dieses also in sich aufnehmen.

[0015] Eine weitere Möglichkeit liegt darin, den begasten Suspensionsstrahl durch mehrere, insbesondere zwei oder drei sprunghaft sich erweiternde Strömungsquerschnitte („Stufensprünge“) zuführen, um zusätzliche Wirbel zu erzeugen.

[0016] Von besonderem Vorteil ist, dass das neue Verfahren im Bedarfsfall auch mit einer höheren Faserstoffdichte der Fasersuspension durchgeführt werden kann (ca. 1,2 bis 2,5%), die an sich einen erhöhten Widerstand als die übliche Faserstoffdichte (ca. 1%) gegen die Vermischung mit Gasblasen und deren gleichmäßige Verteilung hervorruft.

[0017] Ein weiterer Vorteil des neuen Verfahrens liegt darin, dass die dazu erforderlichen apparativen Änderungen leicht vorzunehmen sind. In günstigen technischen Ausführungen von Flotationsapparaten werden die Strahlbildungskanäle in einer oder mehreren Lochplatten gebildet, die eine größere Anzahl zylindrischer, in Sonderfällen auch ovaler Bohrungen, in der Regel mit untereinander gleichen Abmessungen aufweisen. Solche Lochplatten bieten dem Gas Zutritt an der Seite, an der die Suspensionsstrahlen aus den

Löchern austreten. Um das Verfahren anzuwenden, kann der Austausch dieser Lochplatte bzw. Lochplatten bereits ausreichen. Einige Möglichkeiten zur Ausgestaltung geeigneter Lochplatten werden noch beschrieben.

[0018] Die Erfindung und ihre Vorteile werden erläutert an Hand von schematischen Zeichnungen. Dabei zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Flotationszelle;

[0020] [Fig. 2](#) Schnitt durch eine Mischvorrichtung;

[0021] [Fig. 3–Fig. 12](#) jeweils Varianten zur Ausgestaltung des zur Mischvorrichtung gehörenden Strahlbildungskanals;

[0022] [Fig. 13](#) ein spezielles zur Mischvorrichtung gehörendes Diffusorteil;

[0023] [Fig. 14–Fig. 17](#) verschiedene Mischvorrichtungen mit nicht kreisförmigen Strömungsquerschnitten.

[0024] In [Fig. 1](#) ist der Schnitt durch einen Flotationsbehälter **10** mit ovalem Querschnitt dargestellt, einer Form, die sich als besonders günstig erwiesen hat. Die Fasersuspension **S** wird unter einem Druck, der über dem der Umgebung liegt, von oben in die Mischvorrichtung **1** eingepumpt. Mit Vorteil ist die Mischvorrichtung **1** exmittig im Flotationsbehälter **10** angeordnet und taucht in die belüftete Fasersuspension **S'** ein. Die Mischvorrichtung **1** enthält mindestens einen Strahlbildungskanal **3**, der vorzugsweise eine Kreisfläche, eventuell auch eine Ellipse als Strömungsquerschnitt aufweist. Nähere Einzelheiten zu Ausgestaltung und Wirkung dieses Strahlbildungskanals **3** werden an Hand weiterer Figuren erläutert. In den meisten Fällen enthält eine solche Mischvorrichtung mehrere parallel durchströmte Strahlbildungskanäle, in denen also die zugeführte Fasersuspension **S** aufgeteilt wird. Von dem im Strahlbildungskanal **3** gebildeten Suspensionsstrahl wird das Gas **6** durch Injektionswirkung angesaugt und mit der Fasersuspension **S** vermischt. Das Gas **6** kann aus dem Flotationsbehälter **10** oberhalb des Flotationsschaumes **2** direkt entnommen werden. Zur weiteren Vermischung von Gas und Suspension dient ein Mischkanal **7**, der noch in der Mischvorrichtung **1** liegt. Er endet hier stromabwärts in einem Umlenkdiffusor **11**, in dem eine Umlenkung der begasten Suspension um etwa 90 Grad in die Waagerechte und eine Verteilung auf den ganzen Umfang (360 Grad) erfolgt.

[0025] Der feststoffhaltige Flotationsschaum **2** wird in einer Schaumrinne **12** gesammelt und entsorgt, weiterverarbeitet oder dem Flotationsbehälter einer weiteren Flotationsstufe (nicht dargestellt) zugeführt.

Die durch Flotation gereinigte Fasersuspension, also der Gutstoff A wird hier aus dem unteren Teil des Flotationsbehälters **10** abgeführt, der entweder in einer weiteren Flotationszelle erneut flотиert oder in den nächsten Prozessschritt der Stoffaufbereitung geführt wird.

[0026] **Fig. 2** zeigt den Schnitt durch eine Mischvorrichtung **1**. Die Suspension S fließt durch den Strahlbildungskanal **3**. Bei ihrem Austritt als Suspensionsstrahl **4** erreicht sie einen offenen Bereich, zu dem das Gas **6** Zutritt hat. Das Aufreißen oder Aufplatzen des Suspensionsstrahles **4** führt zu den bereits beschriebenen vorteilhaften Wirkungen. Der Suspensionsstrahl **4** wird dann im stromabwärts angeordneten Mischkanal **7** weitergeführt. Die Vermischung der Suspension mit Gasblasen und das Anlagern der Feststoffe an die Gasblasen kann darin durch Erweiterung des Strömungsquerschnittes weiter verbessert werden. So ist hier im Mischkanal **7** eine sprunghafte Erweiterungen **14** (Stufensprung) vorhanden, die zu lokal begrenzten Wirbeln führt. Diese Wirbel erhöhen zwar den Druckverlust und damit den Energiebedarf des Verfahrens, liefern aber insbesondere die zum Zerkleinern von zu groß geratenen Gasblasen und/oder die zum Anlagern der Störstoffe an die Gasblasen benötigte Energie. Je nach Bedarf können auch mehrere Stufensprünge in einem Strömungskanal von Vorteil sein.

[0027] Der Strahlbildungskanal **3** in den **Fig. 3** und **Fig. 4** besteht jeweils aus zwei Abschnitten, wobei der in Strömungsrichtung erste Abschnitt als Beschleunigungsbereich ausgebildet ist, in dem sich der Strömungsquerschnitt verkleinert. Vorteilhafterweise wird dabei der Strömungsquerschnitt so weit reduziert, dass eine mittlere Strahlgeschwindigkeit von 10 bis 15 m/s erreicht wird. Der Strahlbildungskanal **3** kann in technischen Apparaturen zur Ausführung des Verfahrens Teil einer Lochplatte sein, was hier nur bei der **Fig. 3** angedeutet, aber natürlich auch bei den anderen Varianten möglich ist. **Fig. 3** zeigt für diesen ersten Abschnitt eine – einfach herzustellende – konische Verengung, während eine konkave Form (**Fig. 4**) des Längsschnitts durch die Öffnung energetische Vorteile bei der Umwandlung von Druck- in Bewegungsenergie bieten kann. Das kann auch die Form einer Laval-Düse sein.

[0028] Der zweite Abschnitt des Strahlbildungskanals **3** beeinflusst den Winkel, mit dem sich der austretende Strahl öffnet. Er kann z. B. zylindrisch sein (**Fig. 3**) oder sich erweitern, z. B. konisch (**Fig. 4**). Für die Länge L2 dieses Abschnittes sind 1 bis 20 mm anzustreben und für den Konuswinkel α (**Fig. 4**) 3 bis 10 Grad, eventuell auch bis 30 Grad. Wird dieser Konuswinkel α relativ flach gehalten, z. B. nicht größer als 8 Grad, kann sich der Suspensionsstrahl an die Konuswandung anlegen und breiter werden. **Fig. 5** zeigt die Kombination dieser beiden Maßnahmen, wobei

Verhältnis der Längen L2/L3 (zylindrisch/konisch) mit Vorteil auf 0,1 bis 10 gewählt wird. Gemäß **Fig. 6** weist der zweite Abschnitt in seinem stromabwärtigen Teil einen Stufensprung **14** auf, der ein Durchmesser Verhältnis D3/D2 zwischen 1,1 und 3, mit besonderem Vorteil 1,2 bis 2 aufweisen kann. Beim Beispiel in **Fig. 7** ist der stromabwärtige Teil des zweiten Abschnittes nach dem Stufensprung **14** ähnlich wie in den **Fig. 4** und **Fig. 5** konisch ausgestaltet.

[0029] **Fig. 8** zeigt eine Möglichkeit, den mit hoher Geschwindigkeit strömenden Suspensionsstrahl im dem Beschleunigungsbereich folgenden Abschnitt des Strahlbildungskanals (**3**) mit einer rauen Oberfläche **13** in Kontakt zu bringen, wobei die Rautiefe vorzugsweise zwischen 0,5 und 5 mm liegt. Dadurch werden in der vorbeiströmenden Suspension Turbulenzen erzeugt oder bereits vorhandene weiter verstärkt. Es gibt viele Möglichkeiten, um eine hierzu geeignete von Rauigkeit zu erzeugen (bereits erwähnt: Riefen, Rillen, Nuten, Blindlöcher, Erhebungen). Dabei kann die Rauigkeit auch auf einzelne Stellen beschränkt sein, z. B. nach **Fig. 9** eine 1 mm tiefe Umfangsnut mit 2 mm Länge, um nur diese zu nennen. Entscheidend ist, dass eine signifikante „Störung“ des Suspensionsflusses erzeugt wird.

[0030] Die Rauigkeit kann, wie die **Fig. 10** und **Fig. 11** zeigen die Strahlrichtung beeinflussen, z. B. nach **Fig. 10** gleichrichtend wirken (und dabei die Oberfläche des Strahles vergrößern) oder nach **Fig. 11** z. B. durch schraublinienförmige Nuten **16** einen Drall in Umfangsrichtung erzeugen. Ein solcher Drall lässt sich auch anders erzeugen, z. B. durch Erhebungen mit schräg zur Umfangsrichtung angeordneten Führungsflächen. In **Fig. 12** ist ein spezieller Strömungsquerschnitt dargestellt. Bei diesem Beispiel wird die Rauigkeit durch ein Sternprofil **15** erzeugt, vorzugsweise mit einer Rautiefe H zwischen 0, 5 und 5 mm. Das Sternprofil **15** kann gerade oder mit einer Umfangskomponente, insbesondere schraublinienförmig durch den Kanal verlaufen (s. **Fig. 11**).

[0031] Wie bereits erwähnt, kann es Vorteile bieten, den aus dem Strahlbildungskanal **3** ausgetretenen Suspensionsstrahl auf raue Oberflächen auftreffen zu lassen. Da hier bereits die Zufuhr des Gases **6** erfolgt ist, kann die intensive Verwirbelung durch die Rauigkeiten wesentlich zur besseren Gas-Flüssigkeits-Vermischung beitragen. Im mit der **Fig. 13** gezeigten Beispiel ist ein Diffusorteil **17**, das die Funktion des Mischkanals **7** erfüllt, mit rauen Oberflächen **13** und **13'** versehen.

[0032] Deren Ausgestaltung kann ähnlich vorgenommen werden, wie es bereits an Hand der **Fig. 8** bis **Fig. 12** erläutert wurde. Auch die beiden Stufensprünge **14** und **14'** in diesem Diffusorteil **17** dienen der stärkeren Durchdringung des Suspensionsstrah-

les 4 mit Gas 6 sowie der Bildung und Verteilung geeigneter Gasblasen.

[0033] Vorzugsweise ist die Mehrheit der Strömungsquerschnitte in der Mischvorrichtung 1 kreisförmig, insbesondere die des Strahlbildungskanals 3. Abweichungen hiervon können aber, insbesondere im Mischkanal 7 Vorteile bieten. Beispiele zeigen die Fig. 14 bis Fig. 17 in einer Darstellung, bei der die Blickrichtung gegen die Strömungsrichtung der Suspension gerichtet ist. Diese Beispiele zeigen, dass der Kanal nach dem Stufensprung quadratisch (Fig. 14), dreieckig (Fig. 15), sechseckig (Fig. 16) oder fünfeckig (Fig. 17) ausgebildet sein kann. Durch solche polygone Formen sind die Strömungsverhältnisse, über den Umfang des Suspensionsstrahles betrachtet ungleich, wodurch der Strahl weitere destabilisierende Impulse erhält, die das Aufreißen fördern. Dabei kann die Außenwand des stromaufwärtigen runden Strömungsquerschnitts Teile des Polygons berühren, so dass an diesen Stellen keine sprunghafte Erweiterung besteht.

[0034] Die in den Fig. 2 bis Fig. 17 gezeigten Varianten der Mischvorrichtungen sind als Ausführungsbeispiele zu verstehen, deren Merkmale auch anders miteinander kombiniert werden können als es hier konkret gezeichnet ist. Bei Flotationsanlagen, die zur Papierproduktion eingesetzt werden, durchströmt die Fasersuspension zumeist mehrere Flotationszellen 10 nacheinander bis der geforderte Weißgrad erreicht ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 3120202 A1 [\[0005\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung von Störstoffen mit Hilfe von Flotationsschaum (2) aus einer wässrigen Fasersuspension (S), insbesondere Altpapiersuspension, aus der in mindestens einer Mischvorrichtung (1) durch mindestens einem Strahlbildungskanal (3) mindestens ein Suspensionsstrahl (4) gebildet wird, dem zur Erzeugung von Gasblasen Gas (6) zugeführt wird, wonach zumindest ein Teil der Störstoffe aus der begasten Fasersuspension (S') mit dem Flotationsschaum abgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dem zugeführten Gas (6) zugängliche Oberfläche des Suspensionsstrahles (4) bei oder nach dem Austritt aus dem Strahlbildungskanal (3) aufgerissen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Suspensionsstrahl (4) im Strahlbildungskanal (3) in einem sich in Strömungsrichtung verengenden Strömungsquerschnitt auf eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit zwischen 6 m/s und 20 m/s, vorzugsweise zwischen 8 m/s und 15 m/s beschleunigt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Suspensionsstrahl (4) im Strahlbildungskanal (3) in einem sich in Strömungsrichtung zumindest abschnittsweise stetig verengenden Strömungsquerschnitt beschleunigt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Längsschnitt durch die Verengung eine konkave Form hat.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Suspensionsstrahl (4) im Strahlbildungskanal (3) in Strömungsrichtung zunächst durch einen sich verengenden und stromabwärts durch einen konstanten Strömungsquerschnitt mit einer Länge (L₂) zwischen 1 und 30 mm, vorzugsweise zwischen 3 und 20 mm geführt wird.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Suspensionsstrahl (4) im Strahlbildungskanal (3) zulaufseitig durch einen sich verengenden und auslaufseitig durch einen sich erweiternden Strömungsquerschnitt geführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die auslaufseitige Erweiterung konisch ist und einen Konuswinkel (α) zwischen 2 und 30 Grad, vorzugsweise zwischen 3 und 8 Grad aufweist.

8. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasersuspension (S) als Freistrahls mit dem Gas (6) in Kontakt gebracht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Freistrahls gebildet wird, dessen Querschnittsfläche sich in Strömungsrichtung um mindestens 10%, vorzugsweise mindestens 30% vergrößert.

10. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlbildungskanal (3) zumindest teilweise eine glatte Oberfläche aufweist.

11. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine zumindest teilweise raue Oberfläche (13) im Strahlbildungskanal (3) in der vorbeiströmenden Suspension Mikroturbulenzen erzeugt oder verstärkt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit der Oberfläche (13) durch Riefen, Rillen, Nuten, Blindlöcher oder Erhebungen erzeugt wird mit einer Rautiefe (H) von mindestens 0,3 mm und höchstens 5 mm.

13. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlbildungskanal (3) zumindest auf dem überwiegenden Teil seiner Länge einen kreisförmigen Strömungsquerschnitt aufweist.

14. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Suspensionsstrahl (4) nach dem Austreten aus dem Strahlbildungskanal (3) in einen Mischkanal (7) geführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlaufquerschnitt des Mischkanals (7) mindestens 10% größer ist als der Auslaufquerschnitt des Strahlbildungskanals (3).

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkanal (7) mindestens einen Stufensprung (14'), vorzugsweise mindestens zwei Stufensprünge (14') aufweist.

17. Verfahren nach Anspruch 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischkanal (7) mindestens stellenweise eine raue Oberfläche (13') aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit der Oberfläche (13') durch Riefen, Rillen, Nuten, Blindlöcher oder Erhebungen erzeugt wird mit einer Rautiefe (H) von mindestens 0,3 mm und höchstens 5 mm.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil des Mischkanals (7) einen polygonförmigen Strömungsquerschnitt aufweist.

20. Verfahren nach einem der voran stehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Fasersuspension (S) bei der Zugabe des Gases (6) eine Faserstoffdichte zwischen 1,1% und 3%, vorzugsweise zwischen 1,3% und 2,2% eingestellt wird.

wodurch vorzugsweise eine Schraubenlinie gebildet wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

21. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der voran stehenden Ansprüche, welche mindestens einen Flotationsbehälter (10) mit mindestens einer von einer Fasersuspension (S) durchströmbar mindestens einen Strahlbildungskanal (3) aufweisenden Mischvorrichtung (1) zur Zuführung von Gas (6) umfasst und außerdem mindestens eine Ableitung für den gebildeten Flotationsschaum (2) und mindestens eine Abführungsleitung für den gereinigten Akzept (A) enthält, dadurch gekennzeichnet, dass der Strombildungskanal (3) so ausgestaltet ist dass eine sie durchströmende Fasersuspension (S) beschleunigt und verwirbelt wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Strombildungskanal (3) zu- und ablaufseitig einen sich in Strömungsrichtung verengenden Strömungsquerschnitt aufweist, an den sich stromabwärts ein konstanter, vorzugsweise zylindrischer Strömungsquerschnitt mit einer Länge (L2) zwischen 1 und 30 mm, vorzugsweise zwischen 3 und 20 mm anschließt.

23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Strombildungskanal (3) auslaufseitig einen sich in Strömungsrichtung konisch erweiternden Strömungsquerschnitt mit einem Konuswinkel (α) zwischen 2 und 30 Grad, vorzugsweise zwischen 3 und 8 Grad aufweist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 21, 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Strombildungskanal (3) eine zumindest teilweise raue Oberfläche (13) aufweist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 21, 22, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischvorrichtung (1) stromabwärts zur Zugabestelle für das Gas (6) mindestens einen Mischkanal (7) mit einer zumindest teilweise rauhen Oberfläche (13) aufweist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit vorzugsweise durch Riefen, Rillen, Nuten, Blindlöcher oder Erhebungen erzeugt wird mit einer Rautiefe (H) von mindestens 0,3 mm und höchstens 5 mm.

27. Vorrichtung nach Anspruch 24, 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauigkeit durch Riefen, Rillen, Nuten oder Erhebungen erzeugt wird, deren Verlauf oder Anordnung sich sowohl in axialer Richtung als auch in Umfangsrichtung erstrecken,

Anhängende Zeichnungen

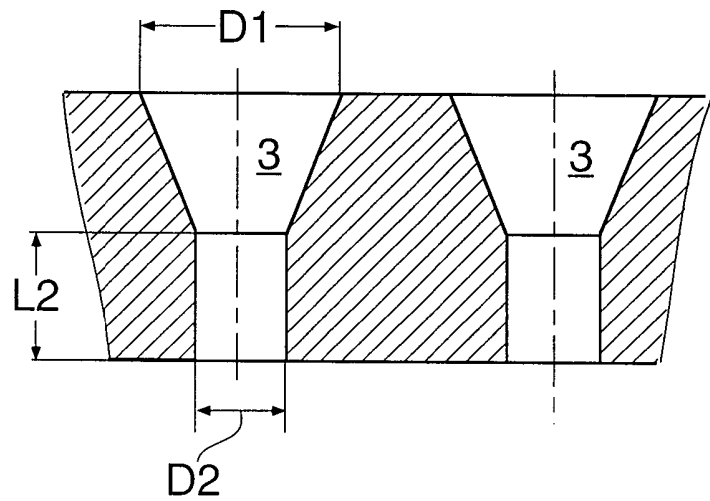
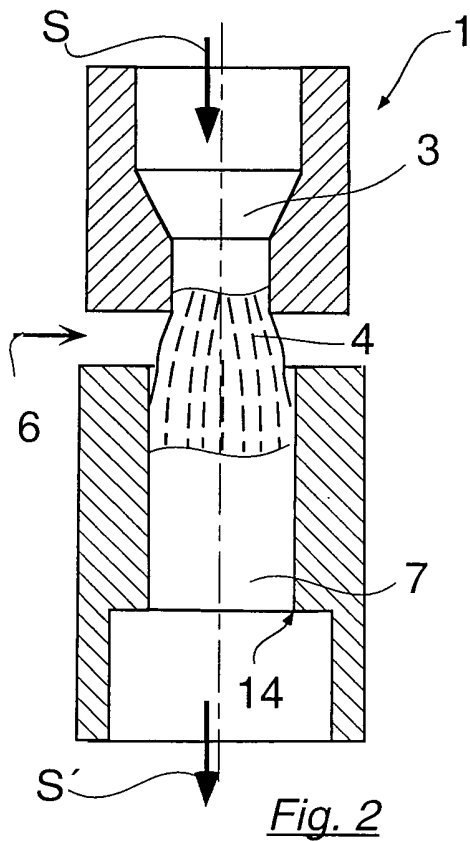
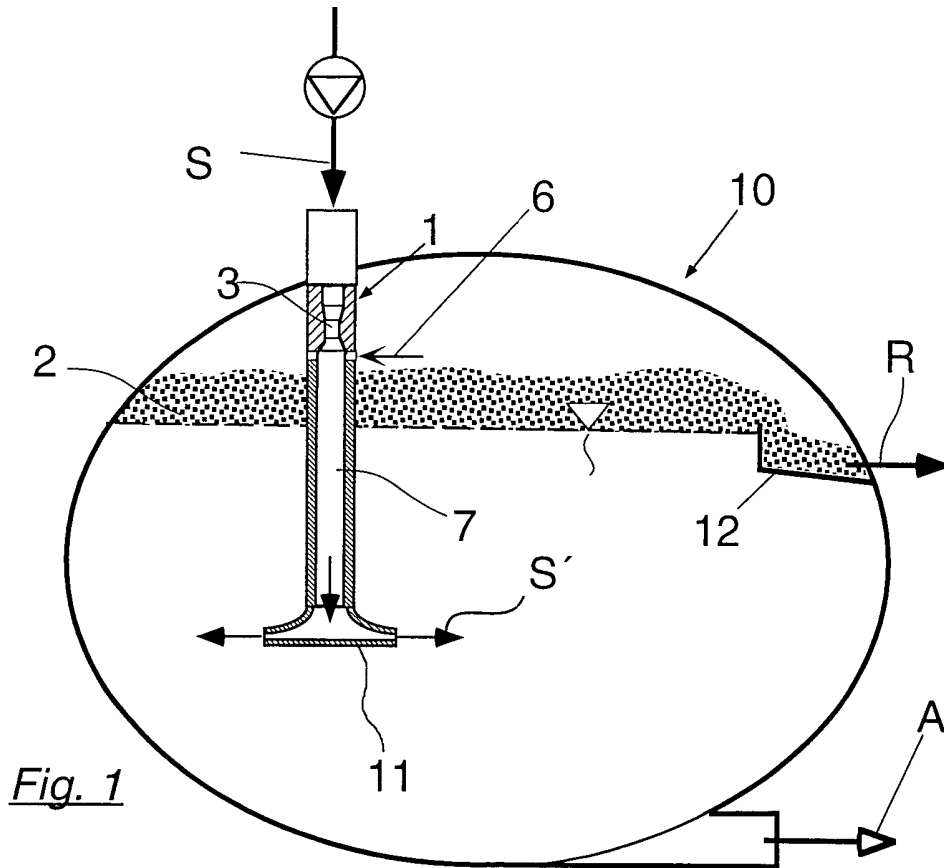


Fig. 3

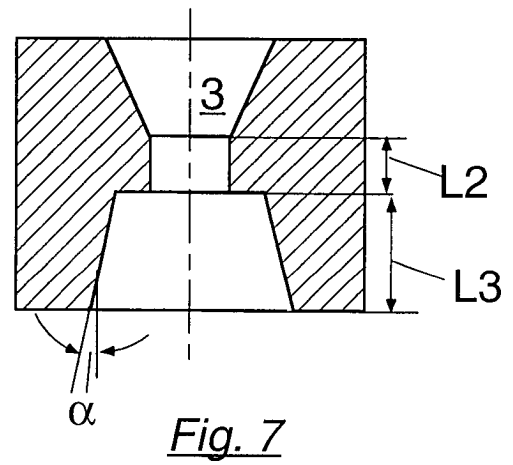
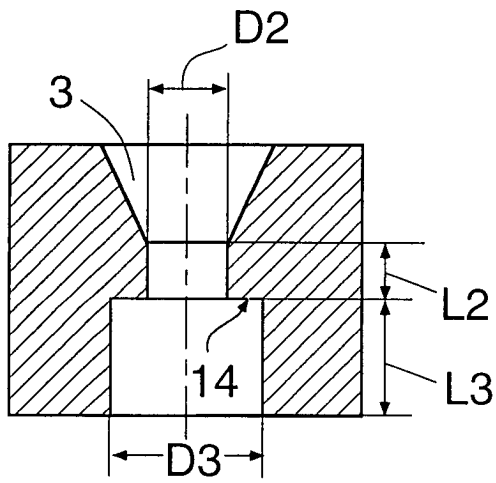
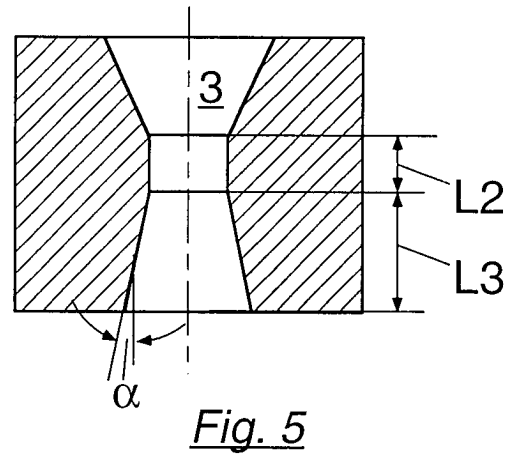
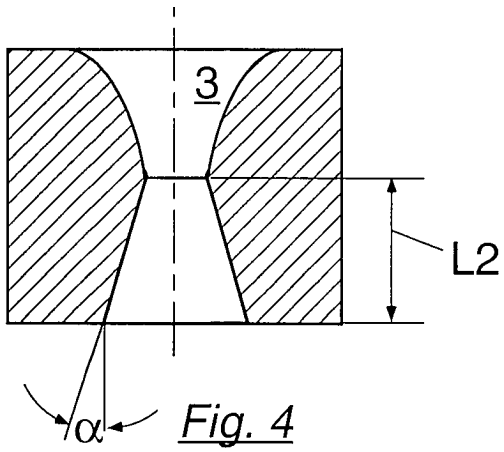


Fig. 6

Fig. 7

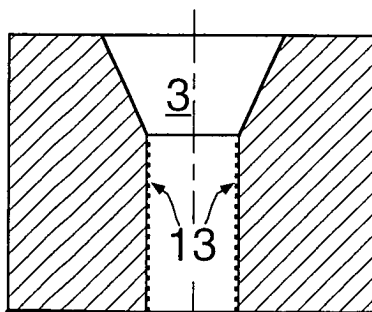


Fig. 8

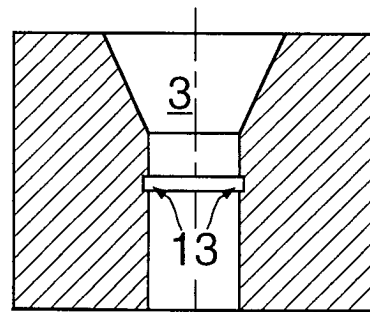


Fig. 9

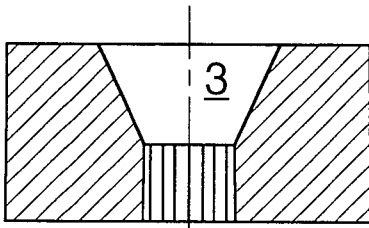


Fig. 10

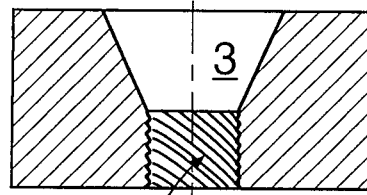


Fig. 11

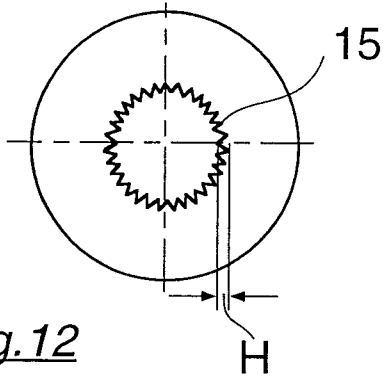


Fig. 12

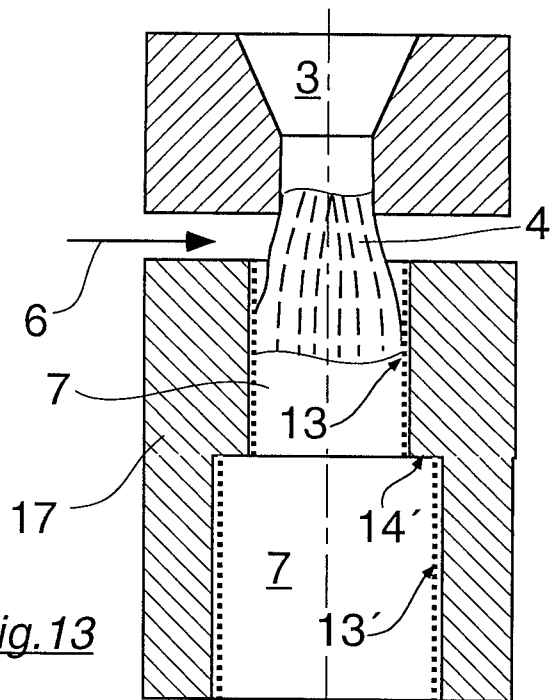


Fig. 13

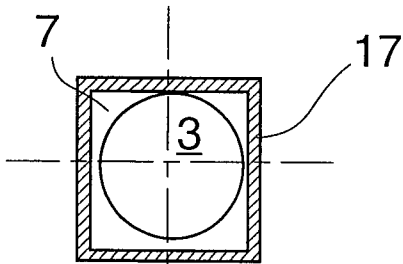


Fig. 14

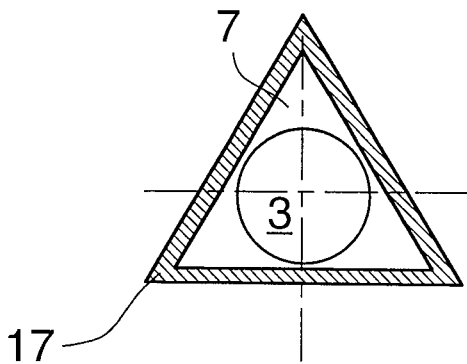


Fig. 15

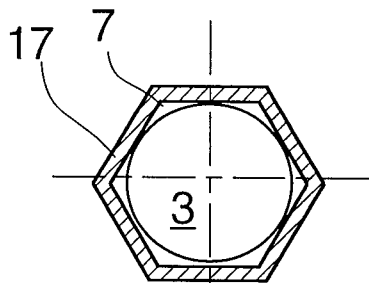


Fig. 16

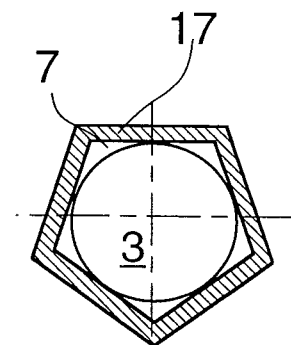


Fig. 17