



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 203 888 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3 EPÜ

(43) Veröffentlichungstag:
08.05.2002 Patentblatt 2002/19

(51) Int Cl.7: **F15D 1/02**

(21) Anmeldenummer: **97933984.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/UA97/00003

(22) Anmeldetag: **08.05.1997**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/42987 (01.10.1998 Gazette 1998/39)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE DK ES FI FR GB GR IE IT NL PT SE

(72) Erfinder: **Osipenko, Sergei Borisovich**
Kherson, 325005 (UA)

(30) Priorität: **24.03.1997 UA 97031332**

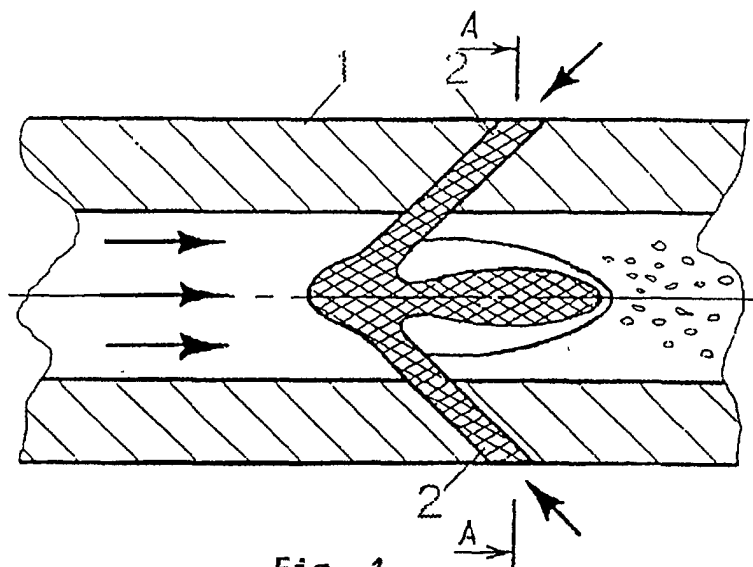
(74) Vertreter: **Ebbinghaus, Dieter, Dipl.-Ing. et al**
v. Fünér Ebbinghaus Finck Hano
Mariahilfplatz 2 & 3
81541 München (DE)

(71) Anmelder: **Naukovo-virobnicha firma**
TECHMASH, Ltd.
03035 Kiev (UA)

(54) **VORRICHTUNG ZUR BEINFLUSSUNG DER STRÖMUNG EINES STRÖMENDE MEDIUMS**

(57) vorgesehen zur Erzeugung geregelter hydrodynamischer Kavitation, z.B. zur Erwärmung des Mediums und/oder Dispersion fester oder flüssiger Stoffe in ihm. Die Vorrichtung umfaßt einen achsensymmetrischen Durchflußkanal zum Durchpumpen des Hauptanteils des strömenden Mediums und eine Öffnung 2 in der Wand des Kanals zur Einführung eines Störungsstrahls in den Hauptstrom und zur Erzeugung hydrodynamischer Kavitation. Zur Reduzierung der hydraulischen

Verluste und des Lärms und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit und des Wirkungsgrades führt die genannte Öffnung direkt in den Kanalraum; ihre geometrische Achse kreuzt die geometrische Achse des Kanals unter einem Winkel, der in einem Bereich zwischen -60° bis $+45^\circ$ gewählt wird. Dabei sollten vorzugsweise mehrere solcher Öffnungen 2, 3 zum Einführen von Störungsstrahlen desselben oder eines nach der chemischen Zusammensetzung anderen fließenden Mediums in den Hauptstrom vorhanden sein.



EP 1 203 888 A1

Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft die Konstruktion von Vorrichtungen zur Beeinflussung der Strömung eines strömenden Mediums, genauer, die Konstruktion von Strömungsgeneratoren geregelter hydrodynamischer Kavitation in einem Strom.

[0002] Diese Vorrichtungen können als Grundlage dienen für:

Kavitationswärmegeneratoren, die vorzugsweise in mit Wärmebatterien ausgestatteten autonomen geschlossenen Systemen der Wärmeversorgung (insbesondere der Warmwasserversorgung von Wohn-, öffentlichen und Industriegebäuden) eingesetzt werden können, die von kostenfreien Energiequellen oder über elektrische Leitungen (möglichst zu Zeiten des "Nachtarifs") betrieben werden;

Heizmischer von wenigstens zwei unterschiedlichen flüssigen Stoffen, unabhängig von ihrer Fähigkeit zur gegenseitigen Auflösung und insbesondere für Heizmischer:

- zur Vorbereitung von stabilen Wasser-Schweröl-Emulsionen vorzugsweise unmittelbar vor dem Einspritzen in eine Brennkammer, z.B. Dampfkessel, oder in Industrieöfen,
- zur Homogenisierung und gleichzeitigen Sterilisierung von Lebensmitteln wie Milch, Gemüse- und Obstsaften u.ä.;

Äußere Durchflußerhitzer/-aktivatoren flüssiger Gemische in Verbindung mit periodisch aktiven behälterartigen chemischen Apparaten;

Durchflußreaktoren/-erhitzer zur Durchführung chemischer Reaktionen;

Reaktoren-Erhitzer zur thermomechanochemischen Bearbeitung viskoser organischer Stoffe, z. B. Thermomechanodestruktion von Abfällen der Rohölbearbeitung.

[0003] Hier und im weiteren sind durch den Terminus "strömendes Medium" bezeichnet:

vorzugsweise Newton'sche Flüssigkeiten (z.B. Wasser, Wasserlösungen, Wasseremulsionen wie Milch, Wassersuspensionen niedriger Konzentration, Biere u.ä.), falls es um Stoffe geht, in denen Kavitation erzeugt wird, sowie

zähflüssige nicht Newton'sche Flüssigkeiten wie Schweröle, flüssige Oligomere oder Polymere, der

Zusammensetzung nach beliebigen Suspensionen und Emulsionen und Gase (z.B. Luft, Kohlenstoffdioxid u.ä.), falls es um Stoffe geht, die als Störungsstrahlen in den Hauptstrom eines strömenden Mediums eingeführt werden.

Stand der Technik

[0004] Kavitation, d.h. die Störung der Geschlossenheit einer Flüssigkeit aufgrund von lokalen Druckabfällen unterhalb eines kritischen Wertes, der praktisch gleich dem Druck des gesättigten Dampfes dieser Flüssigkeit bei bestimmter Temperatur ist, wird in der Technik üblicherweise als nicht wünschenswerte Erscheinung angesehen. In der Tat verringert Kavitation, die spontan während des Betriebes von Schiffstriebwerken, von Arbeitsrädern von Wasserturbinen und von Arbeitsorganen von Pumpen oder Wassermotoren auftritt, deren Wirkungsgrad, verursacht intensive Erosion, erzeugt starken Lärm und kann zu vorzeitiger (und was besonders gefährlich ist - zu unerwarteter) Zerstörung der genannten Teile der Wassermaschinen führen. Unter genau diesem Gesichtspunkt ist unregelmäßige Kavitation und ihre Folgen in den meisten Enzyklopädiehandbüchern beschrieben (s. z.B. Artikel "cavitation", "cavitation erosion", "cavitation noise" im Wörterbuch von McGraw-Hill, Dictionary of Scientific and Technical Terms", zweite Ausgabe, S. 261).

[0005] Daher werden Verfahren zur Wärmeerzeugung mittels Umwandlung kinetischer Energie einer Flüssigkeit in Wärmeenergie und chemische Prozesse im Strom einer Flüssigkeit gewöhnlich möglichst so durchgeführt, daß Kavitation ausgeschlossen wird.

[0006] Aus der Beschreibung des Urheberscheins der UdSSR 1 627 790 ist z.B. ein Hochreibungswärmegenerator bekannt, in dem die Erwärmung eines flüssigen Mediums infolge seiner Reibung an den Arbeitsorganen erfolgt, die durch einen Windantrieb in Rotation gebracht werden. Dieser Generator arbeitet nahezu laminar, wodurch Kavitation ausgeschlossen wird, und er ist deshalb sehr sicher im Betrieb. Er verfügt jedoch über eine niedrige spezifische Leistungsfähigkeit und ebenso eine niedrige Wärmeproduktivität.

[0007] Der wesentlich leistungsfähigere und produktivere Wärmegenerator nach dem UdSSR-Urheberschein 1 703 924 verfügt über einen Rücklaufkreislauf eines flüssigen Wärmeträgers mit einer Zentrifugalpumpe als Mittel zur Flüssigkeitsbeschleunigung und einem Wasser-Wasser Rohrmantelwärmetauscher als Mittel zur Wärmeableitung. Die Erwärmung des flüssigen Mediums erfolgt in einem solchen Wärmegenerator infolge seiner intensiven Verwirbelung. Daher ist zur Vermeidung von Kavitation am mittleren Eingangsstutzen der Pumpe dieses Wärmegenerators eine "Strahlenvorrichtung" (Düse) angebracht, die die Versorgung der Pumpe mit einer unter einem höheren, die Kavitation ausschließenden Druck stehenden Flüssigkeit gewährleistet.

[0008] Unter bestimmten Bedingungen ist Kavitation jedoch sehr nützlich, und sie wird verbreitet in der Technik eingesetzt, z.B.: Zur Säuberung beliebiger Maschinenteile von Fettverschmutzungen vor der Aufbringung einer Deckschicht; zum Erhalt stabiler Suspensionen oder Emulsionen mittels Dispergieren fester oder flüssiger Stoffe in mit ihnen nicht vermischbaren oder sie nicht auflösenden Flüssigkeiten usw. Diese Verfahren werden üblicherweise unter Verwendung von Vorrichtungen zur Erzeugung geregelter akustischer Kavitation mittels Ultraschall durchgeführt (s. z.B. "Politehni č eskij slovar", M.; "Sovetskaâ Ėncyklopediâ", 1976, Art. "Ul'trazvukovaa obrabotka" (Bearbeitung durch Ultraschall), S. 520).

[0009] In der Tat ist Ultraschall sehr geeignet als "Kavitationsfaktor", da die Schwingungsamplitude und seine Leistungsdichte vorzugsweise im flüssigen Medium genau und gleichmäßig reguliert werden können, und er praktisch unersetzlich in Fällen ist, wenn Kavitation in nicht Newton'schen (hochviskosen oder plastischen) Flüssigkeiten zu erzeugen ist oder in beliebigen Flüssigkeiten, die sich in nicht festen Gefäßen befinden.

[0010] Für viele der oben genannten Anwendungsgebiete der regulierten Kavitation sind die Verfahren vorzugsweise in einem intensiven Strom eines flüssigen Mediums durchzuführen, dessen Gesamtmasse oder der Verbrauch sehr groß sein können. Zum Beispiel können geschlossene Wärmeversorgungsrücklaufsysteme von mehreren Tonnen bis zu mehreren Dutzend Tonnen Wasser aufnehmen, und der Schwerölverbrauch in Wärmesystemen leistungsstarker Dampfkessel von Wärmeelektrostationen kann von mehreren Dutzend bis zu mehreren Hundert Tonnen pro Tag betragen.

[0011] Bei diesen Bedingungen ist die Verwendung gerade der hydrodynamischen Kavitation und entsprechender Vorrichtungen zur Beeinflussung der Strömung eines strömenden Mediums wünschenswert, die eine regulierbare Generierung und einen Kollaps der Hohlräume gewährleisten.

[0012] Aus solchen Vorrichtungen kommt der vorgeschlagenen die Vorrichtung am nächsten, deren Konstruktion aus dem Buch von L.I. Sedov, "Mehanika splošnoj sredy" (Mechanik eines geschlossenen Mediums), Bd. 2, M., 1976, S. 82, bekannt ist. Sie weist (auch wenn es nicht deutlich gezeigt ist) einen achsensymmetrischen Durchflußkanal zum Durchpumpen des Hauptanteils des strömenden Mediums und Vorrichtungen zur Erzeugung einer hydrodynamischen Kavitation auf. Eine der Vorrichtungen weist die Form eines mit dem Durchflußkanal coaxialen schlecht umströmbaren Körpers auf, der an der Wand des Kanals mit wenigstens einer Halterung befestigt ist. Im Inneren des Körpers befindet sich eine mit dem Durchflußkanal ebenfalls coaxiale Auslaßöffnung zur Einführung eines Störungsstrahls eines fließenden Mediums entgegen der Strömungsrichtung des Hauptstroms. Die Öffnung kommuniziert mit einer Flüssigkeitsquelle zur Bildung des Störungsstrahls über eine Aussparung im Körper der Halterung und über eine Öffnung in der Wand des Durchflußkanals. Der genannte Störungsstrahl dient als zweites Mittel zur Erzeugung der hydrodynamischen Kavitation.

[0013] Es versteht sich von selbst, daß durch eine Änderung der Form des schlecht umströmbaren Körpers und des Verhältnisses zwischen dem Druck des Hauptstroms und dem Druck des Störungsstrahls des strömenden Mediums der Kavitationsprozess grundsätzlich geregelt werden kann.

[0014] Die Verwendung des schlecht umströmbaren Körpers in der bekannten Vorrichtung als wesentliches Mittel zur Erzeugung der hydrodynamischen Kavitation führt jedoch zu unvermeidbaren hydraulischen Verlusten und ist dafür verantwortlich, daß der Wirkungsgrad wesentlich niedriger ist, als theoretisch möglich wäre. Außerdem führt die zusätzliche Generierung von Hohlräumen durch den Gegenstrahl, der aus der Aussparung des schlecht umströmbaren Körpers austritt, dazu, daß die meisten mechanischen Belastungen infolge des Kollapses der Hohlräume auf den genannten Körper und seine Halterung(en) wirken, wodurch die Zuverlässigkeit der Vorrichtung verringert wird. Und schließlich führt die Vereinigung eines mechanischen und eines hydraulischen Mittels der Generierung der Kavitation zu intensiven Schwingungen im Strom, die an die Kanalwände weitergegeben werden, und verwandelt die ganze Vorrichtung in eine starke Quelle hydrodynamischen Lärms.

Kurze Beschreibung des Wesens der Erfindung

[0015] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, durch Optimierung der Organisationsmittel des Zusammenwirkens des Hauptstroms mit dem in ihn einzuführenden Störungsstrahl eine solche Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines strömenden Mediums mit Erzeugung einer regulierbaren hydrodynamischen Kavitation zu schaffen, in der die hydraulischen Verluste und der Lärm deutlich verringert werden (und die Zuverlässigkeit und der Wirkungsgrad entsprechend erhöht werden), und die eine möglichst einfache Regulierung der Generierungsprozesse und des Kollapses der Hohlräume gewährleistet.

[0016] Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in der Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines strömenden Mediums, umfassend einen achsensymmetrischen Durchflußkanal zum Durchpumpen des Hauptanteils des strömenden Mediums und eine Öffnung in der Wand des Kanals zur Einführung eines Störungsstrahls in den Hauptstrom und zur Erzeugung hydrodynamischer Kavitation erfindungsgemäß die genannte Öffnung direkt in den Kanalraum führt und ihre geometrische Achse die geometrische Achse des Kanals in einem Winkel schneidet, der in einem Bereich zwischen -60° bis $+45^\circ$ gewählt wird.

[0017] Bei Einführung des Störungsstrahls über die

direkt in den Kanalraum führende Öffnung bilden sich bei unwesentlicher Drosselung des Hauptstroms des strömenden Mediums Hohlräume, deren Kollaps sich im wesentlich geringeren Maße sowohl auf die Zuverlässigkeit der Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines strömenden Mediums selbst auswirkt, als auch auf die an sie angeschlossenen technologischen Geräte (Heizsysteme, chemische Apparate usw.). Tatsächlich breiten sich die chaotischen Schwingungen des strömenden Mediums bei Kollaps der Hohlräume frei entlang des Kanals vorzugsweise im strömenden Medium aus und klingen stromabwärts, hinter dem Bereich des Zusammenwirkens der Strahlen, relativ schnell von sich aus ab, wodurch Vibrationen und Lärm reduziert werden.

[0018] Ein erster zusätzlicher Unterschied besteht darin, daß die Vorrichtung zumindest eine weitere in der Wand des Durchflußkanals angeordnete und ebenfalls direkt in ihn führende Öffnung zum Einführen in den Hauptstrom eines zusätzlichen Störungsstrahls desselben oder eines der Zusammensetzung nach anderen strömenden Mediums aufweist. Dies erlaubt bei Bedarf, zum einen, die Kavitation im begrenzten Umfang zu intensivieren oder die Kavitationszone entlang des Kanals "auszudehnen", und zum zweiten, in den Hauptstrom des strömenden Mediums der chemischen Zusammensetzung nach unterschiedliche Bestandteile einzuführen.

[0019] Ein zweiter, den ersten ergänzender Unterschied besteht darin, daß das Verhältnis des Durchmessers d_1 jeder Öffnung in der Kanalwand zum Innendurchmesser D_K des Kanals (d_1/D_K) 0,125 nicht überschreitet. Dies erlaubt, zum einen, die Zuverlässigkeit der vorgeschlagenen Vorrichtung durch eine Begrenzung der maximal möglichen Größe der Hohlräume zu erhöhen, und zum zweiten, bei Bedarf sowohl den Hauptstrom als auch die Störungsstrahlen von ein und derselben Quelle des strömenden Mediums möglichst effektiv zu bilden.

[0020] Ein dritter, den ersten ergänzender Unterschied sieht vor, daß die Öffnungsausgänge entlang des Kanalumfangs in ungefähr einer Querebene angeordnet sind. Dies erlaubt, eine möglichst intensive Kavitation in einem dem Volumen nach sehr begrenzten Abschnitt des Kanals auszulösen, was besonders wichtig ist bei der Emulsion oder Suspension entsprechend hochviskoser flüssiger oder stabiler fester Stoffe in einem strömenden Dispersionsmedium und bei thermomechanischer Bearbeitung hochviskoser Stoffe (insbesondere bei thermomechanischem Polymerabbau).

[0021] Ein vierter, den dritten ergänzender Unterschied sieht vor, daß die genannten Ausgangsöffnungen zum Einführen der Störungsstrahlen in gleichen Winkelabständen angeordnet sind. In diesem Fall treten die oben genannten Vorteile der vorgeschlagenen Vorrichtung als Dispersionsmittel besonders deutlich hervor.

[0022] Ein fünfter, den ersten ergänzender Unterschied sieht vor, daß die Ausgangsöffnungen zum Einführen der Störungsstrahlen hintereinander entlang des Kanals angeordnet sind. In dieser Ausführungsform, bei Verwendung der vorgeschlagenen Vorrichtung zum Erwärmen des strömenden Mediums, ist es möglich, lokale Übererwärmung der Kanalwände zu vermeiden, und bei ihrer Verwendung zur Dispersion kann die Größe der Emulsions- und Suspensionsteilchen deutlich verringert werden, bei kleinerer Stärke der einzelnen hydraulischen Schläge als im oben beschriebenen Fall.

[0023] Ein sechster, den fünften ergänzender Unterschied sieht vor, daß die Kreuzungspunkte der geometrischen Achsen der Öffnungen zum Einführen der Störungsstrahlen und der geometrischen Achse des Kanals in unterschiedlichen linearen Abständen b_1 voneinander angeordnet sind, die unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen gewählt wurden:

b_1 nicht weniger als $0,5 D_K$, ausgehend vom Eingang in den zylindrischen Bereich des Durchflußkanals in Strömungsrichtung,

b_2 nicht weniger als $4d_{i-1}$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der ersten Öffnung mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung, und jede weitere,

b_1 nicht weniger als $4d_{i-1}$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der Öffnung (i-1) mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung,

wobei

D_K - der bereits genannte Innendurchmesser des Kanals ist, und

d_1 - Durchmesser der entsprechenden Öffnungen.

[0024] Bei Einhaltung dieser Bedingungen, wie in Versuchen festgestellt wurde, fängt jede folgende Etappe der Kavitationsauslösung in der Strömung des fließenden Mediums nach dem Kollaps der Hohlräume an, die beim Einsprühen des vorangegangenen Störungsstrahls entstanden sind. Dadurch wird der Prozeß "glatter" und die Zuverlässigkeit der vorgeschlagenen Vorrichtung wird zusätzlich erhöht.

[0025] Ein siebter, den ersten ergänzender Unterschied sieht vor, daß in der Wand des genannten Kanals zumindest eine Öffnung zum Einführen von Gas in das fließende Medium vorgesehen ist, die in Strömungsrichtung hinter der Öffnung zum Einführen des Störungsstrahls angeordnet ist. Der Hauptvorteil dieser Ausführungsform der vorgeschlagenen Vorrichtung besteht in der künstlichen Dämpfung der Kavitation stromabwärts. Dies ist besonders wichtig in solchen Fällen, wenn die

vorgeschlagene Vorrichtung als Aktivator chemischer Prozesse in gegenüber übermäßigen thermomechanischen Einflüssen empfindlichen Reaktionsgemischen eingesetzt wird. Ein anderer Vorteil dieser Ausführungsform besteht in der Möglichkeit der Sättigung des fließenden Mediums mit beliebigem, für seine weitere Verwendung nützlichem Gas (z.B. bei der Herstellung schäumender Getränke), sowie in der Möglichkeit einer wiederholten Karbonisierung solcher fließenden Medien, wie Bier, bei ihrer thermomechanischen Sterilisation vor dem Abfüllen in Dosen zur langfristigen Aufbewahrung.

[0026] Ein achter, den siebten ergänzender Unterschied sieht vor, daß die Vorrichtung eine Öffnung zum Einführen von Gas in das fließende Medium aufweist, die in Strömungsrichtung nach der letzten Öffnung zum Einführen des Störungsstrahls angeordnet ist. Diese Ausführungsform des Erfindungsgedankens ist besonders einfach.

[0027] Ein neunter, den siebten ergänzender Unterschied sieht vor, daß die vorgeschlagene Vorrichtung mehrere Öffnungen zum Einführen von Gas in das fließende Medium aufweist, wobei die geometrischen Achsen dieser Öffnungen und der Öffnungen zum Einführen der Störungsstrahlen ungefähr in einer Ebene angeordnet sind. Diese Ausführungsform der vorgeschlagenen Vorrichtung ist besonders effektiv bei Sättigung des fließenden Mediums mit Gasen.

[0028] Ein zehnter, den siebten ergänzender Unterschied sieht vor, daß die geometrische Achse jeder Öffnung zum Einführen von Gasen die Achse des Kanals in einem Winkel kreuzt, ausgewählt aus dem Bereich von -10° bis $+60^\circ$. Bei Einhaltung dieser Bedingung erfolgt die Dämpfung der Kavitation im fließenden Medium stromabwärts von der Stelle der Einführung des Störungsstrahls aus besonders effektiv.

[0029] Ein elfter zusätzlicher Unterschied sieht vor, daß der genannte Kanal zum Durchpumpen des Hauptstroms des fließenden Mediums einen zylindrischen Abschnitt und eine Eingangsduse aufweist, deren Muffe zum Anschluß an das Beschleunigungsmittel des fließenden Mediums in den Kanal vorgesehen ist. Dadurch wird die Beschleunigung des Hauptstroms des fließenden Mediums vor der Auslösung der Kavitation gewährleistet.

[0030] Ein zwölfter, den elften ergänzender Unterschied besteht darin, daß wenigstens eine Öffnung zum Einführen des Störungsstrahls des fließenden Mediums in seinen Hauptstrom in Form eines Umgehungsrohrstutzens ausgebildet ist, dessen Eingangsabschnitt zum Anschluß an das Beschleunigungsmittel des fließenden Mediums in den Kanal vorgesehen ist. Somit werden Voraussetzungen für die Abstimmung des Drucks des Hauptstroms des fließenden Mediums und der Störungsstrahlen geschaffen.

[0031] Ein dreizehnter, den zwölften ergänzender Unterschied besteht darin, daß der genannte Umgehungsstutzen mit einem Regler des Durchgangsquerschnitts

versehen ist, wodurch eine Anpassung der vorgeschlagenen Vorrichtung an die erforderlichen Bedingungen der Kavitation unmittelbar während ihres Betriebes möglich wird.

[0032] Und schließlich besteht ein vierzehnter, den dreizehnten ergänzender Unterschied darin, daß der genannte Umgehungsstutzen an das Beschleunigungsmittel des fließenden Mediums über den Düsenraum angeschlossen ist. Dadurch wird die beste Abstimmung des Drucks des Hauptstroms des fließenden Mediums und des Störungsstrahls erreicht.

Bevorzugte Ausführung des Erfindungsgedankens

[0033] Im weiteren wird die Erfindung durch eine genaue Beschreibung der Konstruktion und der Funktion der vorgeschlagenen Vorrichtung mit Verweis auf die beigefügten Zeichnungen erläutert, in denen gezeigt ist:

- 20 Fig. 1 - die einfachste Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums (im Längsschnitt);
- 25 Fig. 2 - eine Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums mit einer Vielzahl von Öffnungen zum Einführen von Störungsstrahlen und/oder Beruhigungsgasen und/oder anderer Stoffe (im Längsschnitt);
- 30 Fig. 3 - den Schnitt A-A von Fig. 1;
- 35 Fig. 4 - eine Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums mit einer Öffnung zum Einführen eines Kavitationsberuhigungsgases (im Längsschnitt);
- 40 Fig. 5 - eine Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums mit zwei unterschiedlich gerichteten Öffnungen zum Einführen von Störungsstrahlen (im Längsschnitt);
- 45 Fig. 6 - eine einfachste Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums mit Eingangsduse (im Längsschnitt);
- 50 Fig. 7 - eine Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums mit Eingangsduse und Umgehungsstutzen (im Längsschnitt);
- 55 Fig. 8 - schematisch die Seitenansicht mit teilweisem Schnitt entlang des Wärmeakkumulatorgefäßes einer wärmeerzeugenden Vorrichtung auf der Grundlage der Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums;

Fig. 9 - die Draufsicht auf die Vorrichtung der Fig. 8 von oben.

[0034] Die Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums (s. Fig. 1) weist zumindest einen achsensymmetrischen, durch eine Wand 1 begrenzten Durchflußkanal zum Durchpumpen des Hauptstroms des fließenden Mediums auf und wenigstens eine Öffnung 2 in der Wand 1 des genannten Kanals zum Einführen eines Störungsstrahls desselben oder der chemischen Zusammensetzung nach anderen fließenden Mediums in seinen Hauptstrom zur Auslösung einer hydrodynamischen Kavitation. Die Öffnung 2 muß direkt in den Durchflußkanal geöffnet sein, und ihre geometrische Achse muß die geometrische Achse des Kanals unter einem Winkel zwischen -60° und $+45^\circ$ kreuzen.

[0035] Hier und im weiteren werden die Neigungswinkel von der 0° berechnet, was der Senkrechten der geometrischen Achse des Kanals entspricht, der durch die Wand 1 des begrenzt wird. Dabei weisen die Angaben (-) und (+) auf solche Neigungswinkel der geometrischen Achsen der Öffnungen 2 zu der geometrischen Achse des Kanals hin, bei denen die Störungsstrahlen entgegen bzw. mit der Strömungsrichtung des Hauptstroms des fließenden Mediums verlaufen.

[0036] Es ist anzumerken, daß bei der absoluten Größe der Neigungswinkel innerhalb der genannten Grenzen die Zusammenwirkung des Hauptstroms und des Störungsstrahls mit der Generierung und dem Kollaps der Hohlräume am effektivsten abläuft. In der Tat haben experimentelle Untersuchungen gezeigt, daß bei Winkel über $+45^\circ$ der Prozeß der Hohlraumgenerierung um so unstabiler wird, je mehr der Störungsstrahl mit dem Hauptstrom gerichtet ist. Bei Winkeln unter -60° wird der Prozeß des Hohlraumkollapses umso mehr entlang des achsensymmetrischen Kanals "ausgedehnt", je mehr der Störungsstrahl dem Hauptstrom entgegen gerichtet ist.

[0037] Es ist außerdem anzumerken, daß es auch bei nur einer Öffnung 2 möglich ist, zur Bildung des Störungsstrahls auch ein solches fließendes Medium zu verwenden, dessen chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften (z.B. Viskosität und/oder Dichte) sich wesentlich von der Zusammensetzung und den Eigenschaften des fließenden Mediums unterscheiden, das zur Bildung des Hauptstroms verwendet wurde.

[0038] Die technologischen Möglichkeiten der vorgeschlagenen Vorrichtung vergrößern sich jedoch erheblich, wenn die Anzahl der Öffnungen 2 in der Wand 1, die sich direkt in den Durchflußkanal öffnen und zu seiner geometrischen Achse in im angegebenen Bereich liegenden Winkeln geneigt sind, nicht weniger als (vorzugsweise mehr als) zwei ist.

[0039] In diesem Fall sind zwei Grundanordnungen der Ausgänge der Öffnungen 2 bezüglich des Durchflußkanals möglich:

hintereinander entlang des Kanals, wie in Fig. 2 zu sehen, oder

in Umfangsrichtung des Kanals auf ungefähr einer Ebene und, vorzugsweise, in gleichen Winkelabständen, wie in Fig. 3 zu sehen.

[0040] Es versteht sich von selbst, daß unter bestimmten technologischen Anforderungen auch eine Kombination der beiden Anordnungen der Ausgänge der Öffnungen 2 möglich ist.

[0041] Es ist in der Tat so, daß bei einer Anordnung der Ausgänge der Öffnungen 2 hintereinander sich der Bereich der Kavitation entlang des Kanals "ausdehnt", wodurch bei einem relativ weichen Betrieb die Komponenten (z.B. Fetttropfen in Milch) effektiv innerhalb des fließenden Mediums dispergiert werden können und/oder gleiche oder unterschiedliche Zusätze in den Hauptstrom des fließenden Mediums eingeführt und vermischt werden können.

[0042] Falls jedoch die Ausgänge der Öffnungen 2 in Umfangsrichtung des Durchflußkanals, z.B. in einer Ebene angeordnet sind, erfolgt die Generierung der Hohlräume in einem sehr begrenzten Umfang, wodurch durch intensive hydraulische Schläge sogar hochstabile feste Zusätze zum Hauptstrom des fließenden Medium dispergiert werden können oder Polymere, kubische Verarbeitungsreste (besonders hochviskoser) Rohöle, Gummiteilchen usw. mechanochemisch abgebaut werden können.

[0043] Einem Fachmann ist klar, daß im letzteren Fall die Wand 1 des Durchflußkanals um den Bereich der intensiven Kavitation herum zur Verringerung der Unfallgefahr unter Verwendung bekannter Verfahren und Mittel zusätzlich verstärkt werden kann.

[0044] Unabhängig von der Anordnung der Öffnungen 2 bezüglich des Durchflußkanals zueinander, ist es jedoch wünschenswert (s. Fig. 2), daß das Verhältnis des Durchmessers d_1 jeder Öffnung 2 zum Innendurchmesser D_K des Kanals (d_1/D_K) nicht über 0,125 liegt. Bei Einhaltung dieser Bedingung ist eine Überdeckung des Zwischenraumes des Durchflußkanals durch die sich bildenden Hohlräume praktisch ausgeschlossen, und entsprechend ihr Kollaps mit direkter (nicht über eine Schicht des fließenden Mediums weitergeleiteter) Weitergabe der Schlagimpulse an die Wand 1. Bei der Bildung des Hauptstroms und der Störungsstrahlen aus derselben Quelle des fließenden Mediums ist es außerdem möglich, die Größe der sich bildenden Hohlräume und die Höhe des hydrodynamischen Lärms zu stabilisieren.

[0045] Es ist zusätzlich anzumerken, daß die Ausgänge der hintereinander entlang des Durchflußkanals angeordneten Öffnungen 2 (s. Fig. 2) sich vorzugsweise in unterschiedlichen linearen Abständen befinden sollten, die unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen gewählt wurden:

b₁ nicht weniger als $0,5 D_K$, ausgehend vom Eingang in den zylindrischen Bereich des Durchflußkanals in Strömungsrichtung,

b₂ nicht weniger als $4d_1$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der ersten Öffnung mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung, und jede weitere,

b₁ nicht weniger als $4d_{i-1}$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der Öffnung (i-1) mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung,

wobei

D_K - der bereits genannte Innendurchmesser des Kanals ist, und

d_1 - Durchmesser der entsprechenden Öffnungen.

[0046] Wie bereits oben erwähnt, fängt bei dieser Anordnung der Ausgänge der Öffnungen 2 in den Durchflußkanal jede folgende Etappe der Kavitationsauslösung in der Strömung des fließenden Mediums nach dem Kollaps der Hohlräume an, die beim Einsprühen des vorangegangenen Störungsstrahls entstanden sind. Dieser Effekt, der der erheblichen Erhöhung der Zuverlässigkeit der vorgeschlagenen Vorrichtung dient, ist besonders bei Einhaltung der vorher genannten Bedingung ($d_1/D_K < 0,125$) zu beobachten.

[0047] Es ist zweckmäßig (s. Fig. 2 und 4), in der Wand 1 des genannten Kanals wenigstens eine Öffnung 3 zum Einführen von Gas in das fließende Medium zu haben, die stromabwärts im Abstand zur Öffnung 2 für die Einführung des Störungsstrahls angeordnet ist.

[0048] Dabei ist es wünschenswert, daß die geometrische Achse jeder dieser Öffnungen 3 zum Einführen von Gas die geometrische Achse des Kanals unter einem Winkel zwischen -10° und $+60^\circ$ kreuzt.

[0049] Diese Neigungswinkel werden ebenfalls von 0° ausgehend berechnet, die der Senkrechten der geometrischen Achse des durch die Wand 1 begrenzten Kanals entsprechen. Dabei weisen die Angaben (-) und (+) auf solche Neigungswinkel der geometrischen Achsen der Öffnungen 3 zu der geometrischen Achse des Kanals hin, bei denen die Gasströme entgegen bzw. mit der Strömungsrichtung des Hauptstroms des fließenden Mediums verlaufen.

[0050] Falls nur eine Öffnung 3 zum Einführen von Gas vorhanden ist, ist es wünschenswert, sie hinter der letzten Öffnung 2 zum Einführen der Störungsstrahlen (s. Fig. 4) anzuordnen. Falls jedoch mehrere Öffnungen 3 vorhanden sind, so ist es wünschenswert, die geometrischen Achsen dieser Öffnungen 3 und der Öffnungen 2 zum Einführen der Störungsstrahlen ungefähr in einer Ebene anzuordnen (s. erneut Fig. 2). Die Ausgänge der

Öffnungen 3 sind stromabwärts bezüglich der vorangegangenen Öffnungen 2 anzuordnen.

[0051] Die Hauptaufgabe der Einführung von Gas in den Strom des kavitierenden fließenden Mediums besteht in der Beruhigung dieses Mediums, der Reduzierung des hydrodynamischen Geräuschs und, entsprechend, die Erhöhung der Zuverlässigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung als solche sowie der technologischen Systeme, in die diese eingebaut werden soll.

[0052] Es versteht sich von selbst, daß das Gas, das lediglich zur Erfüllung der genannten Aufgabe dient, nach der Beruhigung des fließenden Mediums von diesem zu trennen ist, und daß diese Trennung mit allgemein bekannten und kommerziell zugänglichen Mitteln erfolgen kann.

[0053] Die technologischen Möglichkeiten, die durch die beschriebene Ausführungsform des Erfindungsgedankens möglich sind, sind dadurch jedoch nicht ausgeschöpft. Zum Beispiel ist ein Einsatz der beschriebenen Vorrichtung für die Sterilisation solcher schäumenden Getränke wie Bier möglich. In diesem Fall gewährleistet die Verwendung der Öffnungen 3 die Resaturation des Bierstroms mit Carbonatgas, das nach dessen Erwärmung ausgetreten ist.

[0054] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorgeschlagenen Vorrichtung (s. Fig. 6) weist der Kanal zum Durchpumpen des Hauptstroms des fließenden Mediums einen zylindrischen Abschnitt 4 und eine Eingangsduße 5 auf, deren Muffe zum Anschluß an das Beschleunigungsmittel des fließenden Mediums in den Kanal vorgesehen ist.

[0055] Dabei ist wünschenswert, jede Öffnung 2 zum Einführen des Störungsstrahls des fließenden Mediums in seinen Hauptstrom als eine Verlängerung des Umgehungsstutzens 6 auszubilden, der zum Anschluß an das genannte Beschleunigungsmittel vorgesehen ist, insbesondere über einen Raum der Düse 5, wie in Fig. 7 gezeigt.

[0056] Es ist außerdem zweckmäßig, jeden genannten Umgehungsstutzen 6 mit einem Regler 7 des Durchgangsquerschnitts zu versehen.

[0057] Zur vollständigen Erläuterung des Wesens der vorgeschlagenen Vorrichtung und der Möglichkeiten ihres praktischen Einsatzes ist in Fig. 8 und 9 schematisch eine wärmeerzeugende Vorrichtung gezeigt. Sie weist einen Elektromotor (oder eine andere Energiequelle) 8 auf, vorzugsweise eine Zentrifugalpumpe 9, ein Wärmeakkumuliergefäß 10, dessen unterer Teil über einen Zufuhrstutzen 11 an einen Einlauf der Pumpe 9 angeschlossen ist, eine Vorrichtung 12 zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums, die an einen Beschleunigungsstutzen der Pumpe 9 angeschlossen ist, und einen Gas- (vorzugsweise Luft-) Vorratsseparator 13, der über dem Deckel (oder auf dem Deckel) des Wärmeakkumuliergefäßes 10 angeordnet ist und zwischen dem Gasraum (Luftraum) des Gefäßes 10 und einem Durchflußkanal der Vorrichtung 12 zwischenge-

schaltet ist.

[0058] Zur Erzeugung und Aufrechterhaltung der Kavitation in der Vorrichtung 12 sind (in diesem Fall zwei, Fig. 9) Umgehungsstutzen 6 mit Reglern 7 des Durchgangsquerschnitts vorgesehen, die den Raum des Beschleunigungsstutzens der Pumpe 9 mit dem zylindrischen Durchflußkanal der Vorrichtung 12 so verbinden, wie oben beschrieben.

[0059] Die Pumpe 9, die Vorrichtung 12 und das Wärmeakkumulatorgefäß 10 bilden zusammen einen Rückumlaufkreislauf eines fließenden Mediums, an den auf eine für einen Fachmann bekannte Art Wärmeenergieverbraucher angeschlossen werden können, z.B. allgemein bekannte Batterien zur Wassererwärmung.

[0060] Der obere Teil des Wärmeakkumulatorgefäßes 10, der Vorratsseparator 13 mit den Gasstutzen 14 und ein Teil des Durchflußkanals der Vorrichtung 12 bilden zusammen einen Rückumlaufkreislauf eines Gases (Luft).

[0061] Obwohl es in Fig. 8 nicht deutlich gezeigt ist, sind die Ausgänge der Öffnungen aus den Umgehungsstutzen 6 in den Durchflußkanal der Vorrichtung 12 z.B. in einem Winkel von ungefähr -45° entgegengesetzt dem Hauptstrom ausgerichtet, und der Ausgang in denselben Raum aus dem Gasstutzen 14 ist z.B. in einem Winkel von ungefähr $+40^\circ$ in Fließrichtung des Hauptstroms des fließenden Mediums ausgerichtet.

[0062] Die Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums, wie in verschiedenen Ausführungsbeispielen des Erfindungsgedankens oben beschrieben, kann wie folgt zur Erzeugung geregelter hydrodynamischer Kavitation eingesetzt werden.

[0063] Wie in Fig. 1 gezeigt, wird durch den durch die Wand 1 begrenzten Durchflußkanal unter Druck der Hauptstrom (gekennzeichnet durch drei parallele Pfeile) eines fließenden Mediums gepumpt. Wenigstens ein Störungsstrahl eines (gleichen oder eines anderen) fließenden Mediums (schraffiert dargestellt) wird in den Hauptstrom gespritzt, wodurch es zu einem lokalen Druckabfall der Flüssigkeit im Hauptstrom unterhalb des kritischen Wertes und zur Bildung von Hohlräumen kommt, die durch eine achsensymmetrische (im vorliegenden Fall mit zwei Öffnungen 2) gebogene Konturlinie gekennzeichnet sind.

[0064] Diese Hohlräume zerfallen gewöhnlich in einzelne kleinere "Leerräume", die eigenständig stromabwärts im Inneren des Durchflußkanals kollabieren, wobei kinetische Energie des Drucks des Hauptstroms des fließenden Mediums vorzugsweise in Wärmeenergie umgewandelt wird und, in gewissem Maße, in Energie mechanischer Schwingungen (i.d.R. in Hörfrequenz).

[0065] Die Regulierung der Kavitation in einer solchen einfachsten Ausführungsform ist möglich durch eine Änderung des Verhältnisses des Drucks und/oder des Durchflusses im Hauptstrom des fließenden Mediums und des Drucks und/oder des Durchflusses des fließenden Mediums in den Störungsstrahlen.

[0066] Wie in Fig. 2 zu sehen, kann durch die Öffnun-

gen 3, deren Ausgänge stromabwärts bezüglich der vorangegangenen Öffnungen 2 angeordnet sind, ein Beruhigungsgas in den Hauptstrom des fließenden Mediums eingeblasen werden, das den Kollaps der Hohlräume erleichtert, oder ein anderes gasähnliches (Re)Agent zur Sättigung des fließenden Mediums und/oder zur Durchführung chemischer Reaktionen in ihm.

[0067] In den einfachsten Fällen jedoch, wenn lediglich eine Reduzierung des hydrodynamischen Lärmpegels erforderlich ist, ist es ausreichend, ein Beruhigungsgas über eine Öffnung 3, die stromabwärts bezüglich aller Öffnungen 2 angeordnet ist (s. Fig. 4), einzublasen.

[0068] Wie bereits erwähnt, können beim Einführen von Störungsstrahlen über mehrere in Umfangsrichtung der Wand 1 angeordnete Öffnungen 2 (Fig. 3) in den Hauptstrom des fließenden Mediums starke hydraulische Schläge erzeugt werden, ausreichend für eine thermomechanochemische Bearbeitung (vorzugsweise Abbau) oligomerer oder polymerer Stoffe.

[0069] Die Einführung unterschiedlich ausgerichteter Störungsstrahlen unter Verwendung der Vorrichtung nach Fig. 5 ist besonders bevorzugt bei Kavitationsvorbereitungen von Emulsionen und Suspensionen aus der chemischen Zusammensetzung nach und den Eigenschaften nach unterschiedlichen Stoffen auf der Grundlage beliebiger flüssiger Dispersionsmittel, die zur Bildung des Hauptstroms des fließenden Mediums verwendet werden.

[0070] Die zusätzliche Beschleunigung des fließenden Mediums in der Düse (s. Fig. 6) dient der effektiveren Umwandlung der kinetischen Energie der Flüssigkeit in Wärmeenergie, und die Verwendung der Umgehungsstutzen 6 (insbesondere) mit den Reglern 7 ihres Durchgangsquerschnitts und, entsprechend, der Verbrauch des fließenden Mediums zur Bildung der Störungsstrahlen erlaubt einen effektiven Einfluß auf die Bildung von Hohlräumen im Hauptstrom.

[0071] Bei Verwendung der Vorrichtung 12 zur Beeinflussung der Strömung eines strömenden Mediums in einer wärmeerzeugenden Vorrichtung (Fig. 8, 9) sollten als wichtigste Besonderheiten ihrer Arbeit der ununterbrochene und gleichzeitige Durchfluß zur Rezirkulation des flüssigen Wärmeträgers durch das Wärmeakkumulatorgefäß 10 und die Trennung des Beruhigungsgases vom flüssigen Wärmeträger im oberen Teil des Wärmeakkumulatorgefäßes 10 und die Rezirkulation des Beruhigungsgases durch den Vorratsseparator 13, den Gasstutzen 14 und einen Teil des Durchflußkanals der Vorrichtung 12 zu erwähnen.

[0072] Es versteht sich von selbst, daß die genannten Beispiele der konstruktiven Verwirklichung des Erfindungsgedankens und die Beispiele der technologischen Möglichkeiten nicht alle Aspekte der industriellen Anwendbarkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung abdecken.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Beeinflussung der Strömung eines fließenden Mediums, umfassend einen achsensymmetrischen Durchflußkanal zum Durchpumpen des Hauptanteils des strömenden Mediums und eine Öffnung (2) in der Wand (1) des Kanals zur Einführung eines Störungsstrahls in den Hauptstrom und zur Erzeugung hydrodynamischer Kavitation, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Öffnung (2) direkt in den Kanalraum führt und ihre geometrische Achse die geometrische Achse des Kanals in einem Winkel kreuzt, der in einem Bereich zwischen -60° bis 45° liegt.
 - b₂ nicht weniger als $4d_1$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der ersten Öffnung mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung, und jede weitere,
 - b₁ nicht weniger als $4d_{i-1}$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der Öffnung (i-1) mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung,
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zumindest eine weitere in der Wand des Durchflußkanals angeordnete und ebenfalls direkt in ihn führende Öffnung (2, 3) zum Einführen eines zusätzlichen Störungsstrahl desselben oder eines der Zusammensetzung nach anderen strömenden Mediums in den Hauptstrom aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis des Durchmessers d_1 jeder Öffnung (2, 3) in der Kanalwand zum Innendurchmesser D_K des Kanals (d_1/D_K) 0,125 nicht überschreitet.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausgänge der Öffnungen (2, 3) auf dem Kanalumfang in etwa einer Ebene angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausgangsöffnungen (2, 3) zum Einführen der Störungsstrahlen in gleichen Winkelabständen angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausgangsöffnungen (2, 3) zum Einführen der Störungsstrahlen entlang des Kanals hintereinander angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kreuzungspunkte der geometrischen Achsen der Öffnungen (2) zum Einführen der Störungsstrahlen und der geometrischen Achse des Kanals in unterschiedlichen linearen Abständen b_1 voneinander angeordnet sind, die unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen gewählt wurden:
 - b₁ nicht weniger als $0,5 D_K$, ausgehend vom Eingang in den zylindrischen Bereich des Durchflußkanals in Strömungsrichtung,
 - b₂ nicht weniger als $4d_1$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der ersten Öffnung mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung, und jede weitere,
 - b₁ nicht weniger als $4d_{i-1}$, ausgehend vom Kreuzungspunkt der geometrischen Achse der Öffnung (i-1) mit der geometrischen Achse des Durchflußkanals in Strömungsrichtung,
8. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Wand (1) des Kanals zumindest eine Öffnung (3) zum Einführen von Gas in das fließende Medium vorgesehen ist, die in Strömungsrichtung hinter der Öffnung zum Einführen des Störungsstrahls angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie eine Öffnung (3) zum Einführen von Gas in das fließende Medium aufweist, die in Strömungsrichtung hinter der letzten Öffnung zum Einführen des Störungsstrahls angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie mehrere Öffnungen (3) zum Einführen von Gas in das fließende Medium aufweist, wobei die geometrische Achsen dieser Öffnungen und der Öffnungen zum Einführen der Störungsstrahlen in etwa einer Ebene angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die geometrische Achse jeder Öffnung (3) zum Einführen von Gasen die geometrische Achse des Kanals in einem Winkel zwischen -10° und $+60^\circ$ kreuzt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kanal zum Durchpumpen des Hauptstroms des fließenden Mediums einen zylindrischen Abschnitt (4) und eine Eingangsduße (5) aufweist, deren Muffe zum Anschluß an das Beschleunigungsmittel des fließenden Mediums in den Kanal vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens eine Öffnung zum Einführen des Störungsstrahls des fließenden Mediums in seinen Hauptstrom in Form eines Umgehungsrohrstutzens (6) ausgebildet ist, dessen Ein-

gangsabschnitt zum Anschluß an das Beschleunigungsmittel des fließenden Mediums in den Kanal vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Umgehungsrohrstutzen (6) mit einem Regler (7) des Durchgangsquerschnitts versehen ist. 5
15. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Umgehungsrohrstutzen (6) an das Beschleunigungsmittel des fließenden Mediums über den Düsenraum angeschlossen ist. 10

15

20

25

30

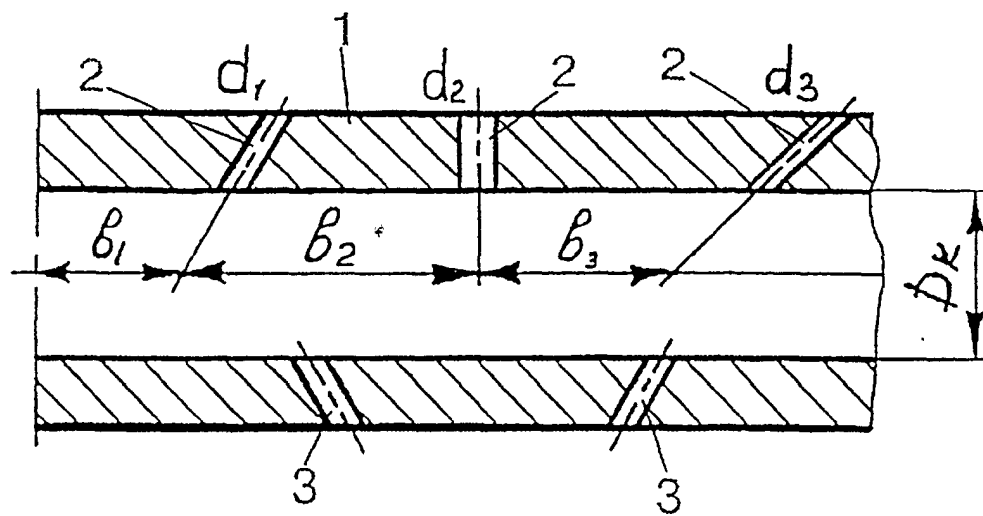
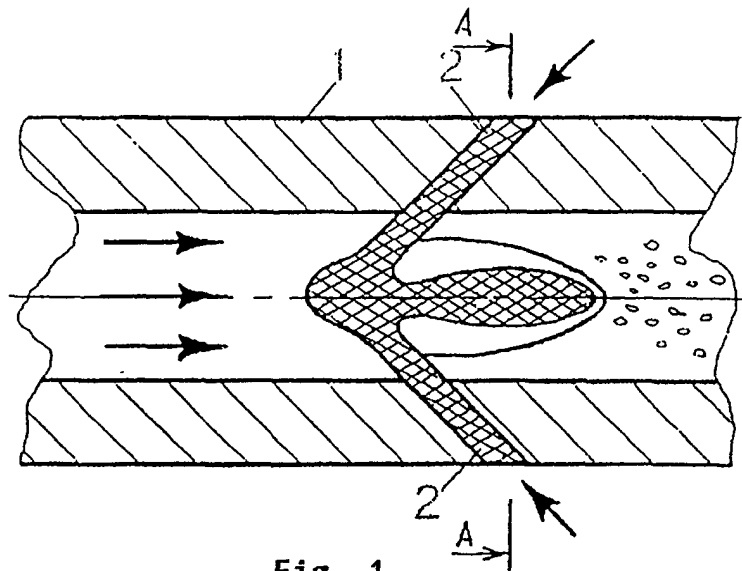
35

40

45

50

55



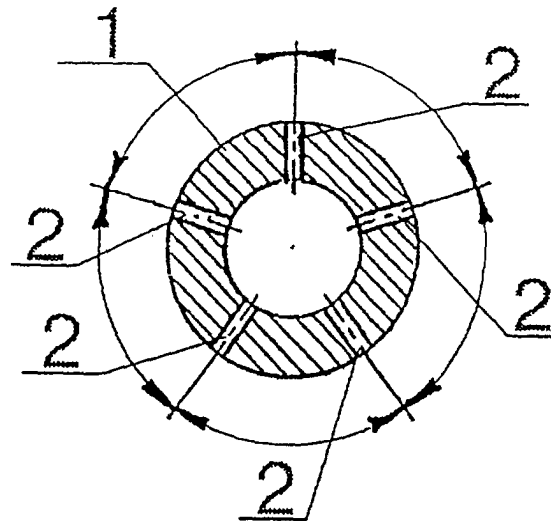


Fig. 3

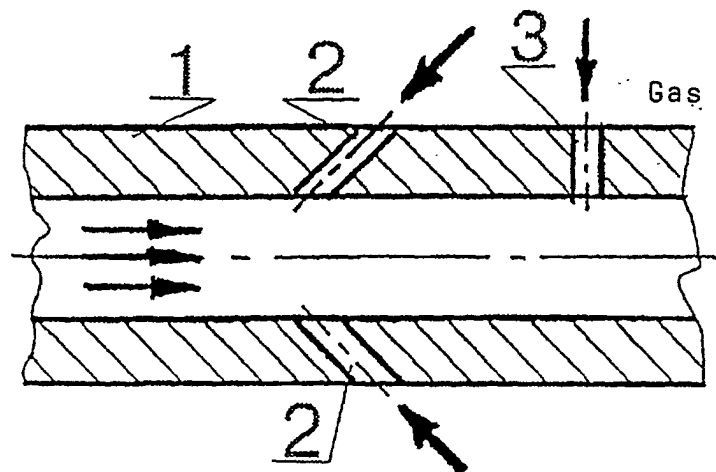


Fig. 4

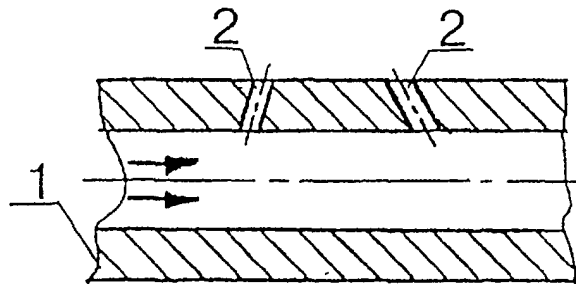


Fig. 5

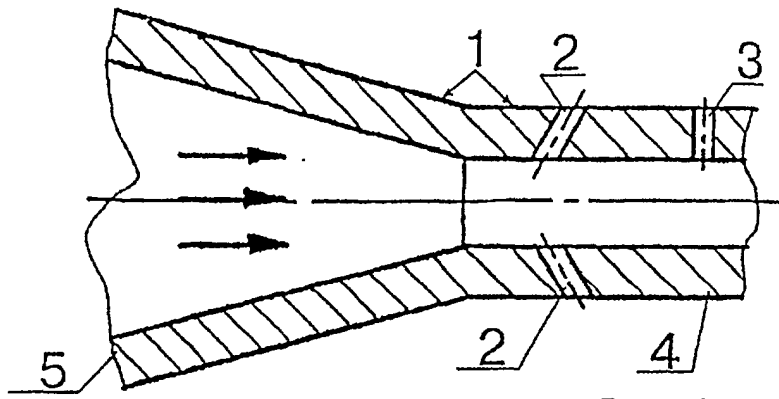


Fig. 6

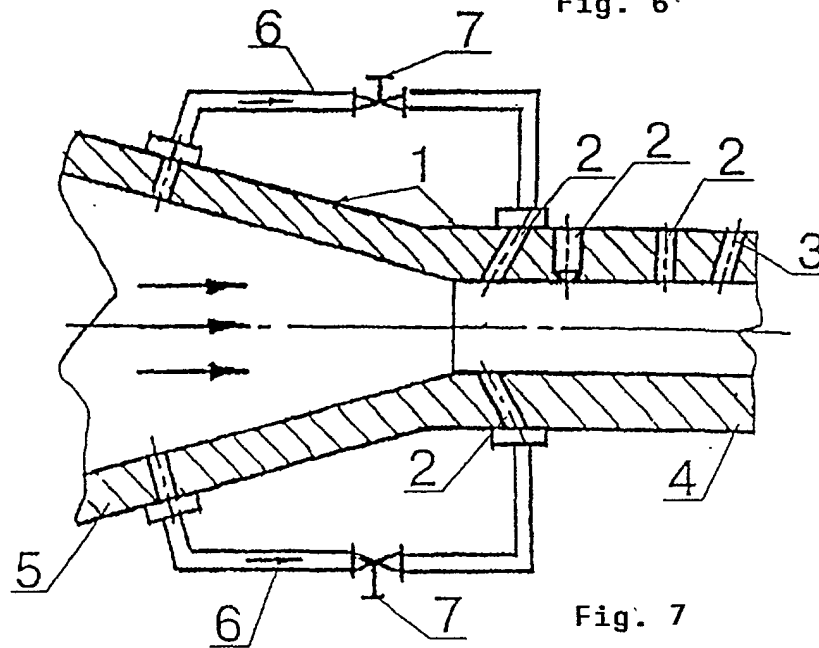


Fig. 7

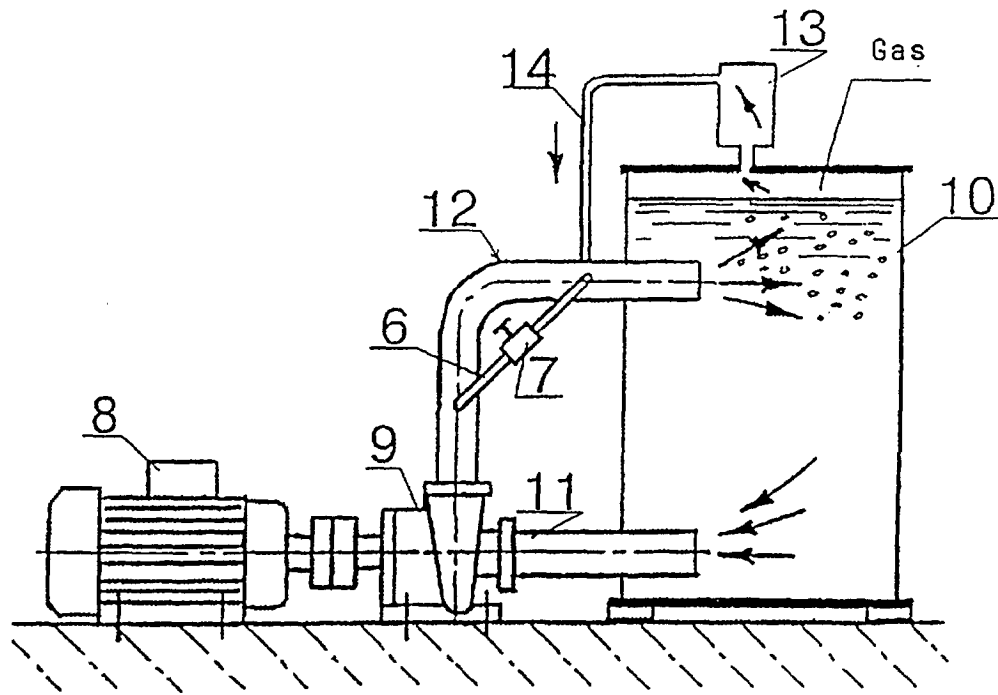


Fig.. 8

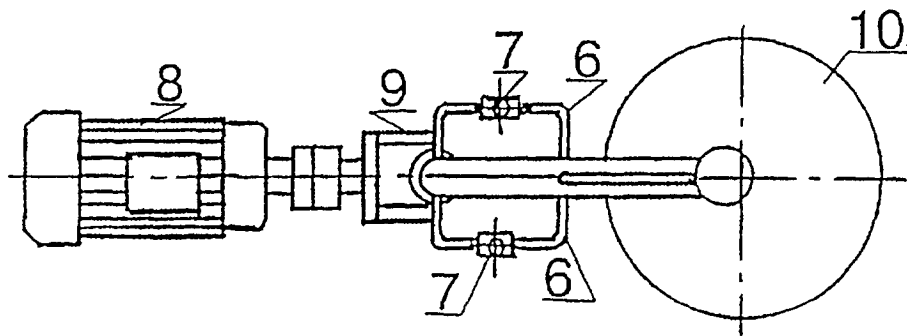


Fig.. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT UA 97 / 00003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F15D 1/02 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F15D 1/00, 1/02, 1/04, 1/06, F17D 1/00, 1/14, 1/16, 1/20, F16L 55/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SU 1657844 A1 (KUIBY HEVSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT im .V.V. KUIBYSHEVA et al) 23 June 1991 (23.06.91)	1-15
A	SU 385464 A (INOSTRANNAYA FIRMA " KOMISSARYAT A L'ENERGIE ATOMIQUE") 17 October 1973 (17.10.73)	1-15
A	SU 653435 A (INSTITUT PRIKLADNOI FIZIKI AN MOLDAVSKOI SSR) 28 March 1979 (28.03.79)	1-15
A	SU 954 655 A (VSESOJZNY ZAOCHNY POLITEKHNICHESKY INSTITUT et al) 5 September 1982 (05.09.82)	1-15
A	SU 1717871 A1 (NAUCHNO ISSLEDOVATELSKY INSTITUT ENERGETICHESKOGO MASHINOSTROENYA) 7 March 1992 (07.03.92)	1-15
A	US 3866630 A (FOWLER, KNOBBE & MARTENS et al.) 18 February 1975 (18.02.75)	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
23 October 1997 (23.10.97)		5 December 1997 (05.12.97)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/UA 97/00003

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4212326 A (ALSTHOM-ATLANTIQUE) 15 July 1980 (15.07.80)	1-15
A	US 4567915 A (VALTEK INCORPORATED) 4 February 1986 (04.02.86)	1-15
A	RU 2007660 C1 (T00 "HYMEC" et al.) 15 February 1994 (15.02.94)	1-15

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)