



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) **213 745**

Int.Cl.³ 3(51) F 23 K 3/02
B 65 G 53/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 23 K/ 2479 005

(22) 14.02.83

(44) 19.09.84

(71) siehe (72)

(72) LIPPMANN, WOLFGANG, DIPL.-ING.; HOLFERT, ANDREAS; BARTZACK, HARALD, DR.-ING.;
ROSENSTOCK, HELMUT, DIPL.-ING.; DD;
SCHMIDT, CLAUS-MICHAEL, DIPL.-ING.; DD;

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM TRANSPORT VON BRENNSTAUB**

(57) Verfahren und Vorrichtung zum Transport von Brennstaub, insbesondere Braunkohlenbrennstaub, Brikettabfall, Feinsteinkohle oder körnige Güter, gewährleistet den pneumatischen Transport mit geringsten energetischen Aufwendungen für die Erzeugung des Treibgases über beliebig lange Transportentfernungen durch konische Rohre bis zu einer Nennweite von 200 mm. Erfindungsgemäß erfolgt dies durch einmalige oder wiederholte Anordnung einer Vorrichtung zur Beschleunigung des zu fördernden Brennstaub-Trärgas-Gemisches. Diese Beschleunigungsvorrichtung erzeugt mit einem Treibgasdruck von bis zu 70 kPa Überdruck durch eine Strömungsumlenkung um 180° und einer Spaltbreite von 0,2 mm eine Ansaugwirkung von 1 kPa und eine gleichgroße Druckwirkung. Das Treibgasvolumen steht zum geförderten Volumen im Verhältnis von 0,066. Verfahren und Vorrichtung können in der Energiewirtschaft angewendet werden.

Titel der Erfindung

Verfahren und Vorrichtung zum Transport von Brennstaub

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Anwendungsgebiet der Erfindung umfaßt ein Verfahren zum pneumatischen Transport von körnigen Gütern, insbesondere Braunkohlenbrennstaub, Brikettabfall oder Feinsteinkohle, in Brennstäuberzeugungs- und/oder Brennstaubverbrennungsanlagen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die bekannten pneumatischen Förderer werden zum Be- und Entladen von Schiffen, Waggonen, Behältern und Bunkern verwendet. Es sind Sauganlagen, bestehend aus Rohrleitungen, Abscheidern, Filtern und Sauggebläsen, die mit einem Unterdruck von 0,4 bis 0,7 bar arbeiten, bekannt. Sauganlagen können das Fördergut an mehreren Stellen mit Saugtrichtern oder Saugrüsseln aufnehmen, aber nur an einer Stelle wieder abscheiden. Die Trennung des Fördergutes vom Trägerstrom erfolgt in Abscheidern durch plötzliche Querschnittserweiterung. Das Fördergut fällt aus dem Trägerstrom und wird

durch Schleusen aus den Abscheidern ausgetragen. Der sich an dem Abscheider anschließende Filter trennt die noch im Förderstrom verbliebenen Fördergutteilchen. Der Förderstrom beträgt bis zu $5 \cdot 10^5$ kg/h bei Förderlängen bis zu 500 m und Förderhöhen bis zu 50 m.

Weiterhin sind Druckanlagen bekannt, bestehend aus einem Gebläse, einer Schleuse (Zellenrad, Injektor, Schnecke) zum Aufgeben des Fördergutes, Rohrleitungen und Abscheidern. Druckanlagen arbeiten mit Drücken bis 15 bar. Das Fördergut kann nur an einer Stelle, der Schleuse, aufgegeben werden, aber an mehreren Abscheidern entnommen werden.

Weiterhin sind Rohrpostanlagen und pneumatische Förderinnen bekannt, bei denen der Trägerstrom durch eine poröse Schicht ausgetragen wird.

Weiterhin sind Ventilator, Schläger und Sichtertermühlen bekannt, die als Kombination von Saug- und Druckförderanlagen aufgefaßt werden können, indem Trägerstrom und Fördergut angesaugt und nach der Zerkleinerung durch die Mühle weitertransportiert werden.

Weiterhin ist der pneumatische Transport mittels Strahlpumpen (Venturisaugern) bekannt, indem aus einer axial angeordneten Treibdüse der Trägerstrom mit mehr oder weniger hoher Geschwindigkeit ausströmt und sich die Geschwindigkeit des Trägerstroms erhöht. Hinter der Treibdüse wird radial das Fördergut über einen Ansaugstutzen zugeführt. Axial in Förderrichtung hinter der Treibdüse wird das Trägerstrom-Fördergut-Gemisch in der Staudüse unter Geschwindigkeitsverminderung komprimiert und so die Förder-

wirkung erreicht.

Die bekannten Verfahren sind entweder energetisch sehr aufwendig, indem nur die Saug- oder Druckseite genutzt wird oder rufen hohen Verschleiß an rotierenden Schaufeln hervor, die vom Fördergut und Trägerstrom beaufschlagt werden.

Die bekannten Verfahren zum pneumatischen Transport von Brennstaub gehen von einer Aufnahmeeinrichtung für den Brennstaub aus, wobei eine Eindüsung des gesamten Trägergasstromes in diese Aufnahmeeinrichtung unter Überdruck erfolgt. Der erforderliche Überdruck kann bei Brennstaubbeladungen über $1,5 \text{ kg/m}^3$ Förderluft bis zu 700 kPa betragen. Mit abnehmendem Druck des Trägergases sinkt die Fördermenge und insbesondere die mögliche Förderlänge. Bei Verfahren zum pneumatischen Transport von Brennstaub für Verbrennungsanlagen zwingt der Schnellschluß vor dem Brenner zum Leerfahren der Transportleitung, wobei Einblasungen von Luft in kurzen Abständen in die Transportleitungen bei abgesetzten Brennstaub mit hohem Druck das An- oder Leerfahren unterstützen. Der erforderliche hohe Druck bei der Verdichtung des Trägergases verursacht hohe apparatetechnische Aufwendungen und zwingt bei langen Förderleitungen zur Zwischenlagerung und erneuter Verfahrensdurchführung. Die bekannten Venturistrahlsauger gestatten eine erneute Beschleunigung des Staub-Trägergasvolumenstromes, wobei eine Umlenkung um 90° für die Brennstaubleitung erforderlich ist.

Diese Umlenkungen unterliegen großem Verschleiß und benötigen nach erfolgter Beschleunigung des Fördervolumens infolge des eingespeisten Treibgasvolumens größere Nennweiten in der Fortleitung. Für diesen Venturistrahlsauger wird ebenfalls ein Überdruck für den Treibgasstrom von bis zu

700 kPa benötigt. Vorrichtungen zur Beschleunigung eines Brennstaub-Trägergasstromes ohne eine Umlenkung des gesamten Förderstromes mit einem niedrigen Treibgasdruck und einem geringen Treibgasvolumenstrom sind nicht bekannt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und Vorrichtung zum Transport von Brennstaub zu entwickeln, die durch Nutzung von Saug- und Druckseite eines Trägerstromes niedrige energetische Aufwendungen verursachen, wobei der Verschleiß an Laufzeugen zur Erzeugung des Trägerstromes gering gehalten wird, da diese mit dem Fördergut nicht in Berührung kommen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung eines Verfahrens zum pneumatischen Transport von körnigen bis staubförmigen Gütern durch konzentrische Rohre mit geringsten energetischen Aufwendungen und einem niedrigen Verschleiß der Laufzeuge zur Erzeugung des Trägergases.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zum pneumatischen Transport von Brennstaub mit einer Körnung von etwa 1 mm durch Rohrleitungen bis zu einer Nennweite von 200 mm zwischen einem Bunker und einer Verbraucheranlage, insbesondere eine Feuerung, eine Beschleunigungsvorrichtung eingesetzt wird, welche einmalig oder in Abständen in dem Staubkanal angeordnet ist, wodurch ohne Strö-

Strömungsumlenkung des Brennstaub-Trägergas-Gemisches eine Strömungsgeschwindigkeit in dem Staubkanal bis zu 32 m/s erzielt wird. Erfindungsgemäß beträgt der Druck des Treibgases weniger als 70 kPa über dem Druck im Staubkanal und das Verhältnis vom geförderten Staub-Trägergasvolumen zum Volumen des Treibgases über 15. Dadurch wird durch die Beschleunigungseinrichtung ein Unterdruck auf den Staubkanal von 1 kPa und ein gleichgroßer Druck in Strömungsrichtung des Brennstaub-Trägergases auf den Staubkanal ausgeübt. Die Brennstaubbela-
dung beträgt über $1,5 \text{ kg/m}^3$ Trägergas. Ausgehend von einem Bunker zur Lagerung des Brennstaubes erfolgt über eine Verpuffungs- und Dosiereinrichtung, insbesondere eine Austrageschnecke, die Aufgabe des Brennstaubes in eine Aufnahmeeinrichtung, aus der das Brennstaub-Trägergas-Gemisch in den Staubkanal gelangt. Die Beschleunigungsvorrichtung saugt aus der Aufnahmeeinrichtung infolge des erzeugten Unterdruckes das Brennstaub-Trägergas-Gemisch an und fördert es durch Druckerzeugung in den Staubkanal. Zum Betreiben der erfindungsgemäßen Beschleunigungsvorrichtung wird durch ein Gebläse Treibgas, insbesondere Luft, bis zu einem Druck von 70 kPa erzeugt. Das Gebläse zur Erzeugung des Treibgases kann erfindungsgemäß auch das Trägergas in die bekannte Aufnahmeeinrichtung fördern. Das Treibgas gelangt durch den Luftkanal zu dem Treibluftkanal jeder einzelnen Beschleunigungsvorrichtung. Die Beschleunigungseinrichtung muß bei langen Transportleitungen jeweils nach Abbau des zur Verfügung stehenden Druckverlustes erneut im Staubkanal angeordnet werden. Insbesondere ist die Anordnung der Beschleunigungsvorrichtung erfindungsgemäß vor und/oder nach Absperreinrichtungen innerhalb des Staubkanales, vorzugsweise nach einem Absperrschieber vor einem Brenner einer Feuerung, gegeben, wodurch infolge der Ansau-

ge- und Druckwirkung der Beschleunigungseinrichtung die Absperrarmatur, welche im Falle eines Schnellschlusses der Feuerung schließt und voll Brennstaub ist, freigesaugt werden kann. Dazu kann gegebenenfalls Trägergas vor und/oder nach dieser Armatur dem Staubkanal aufgegeben werden. Das Trägergas zum pneumatischen Transport des Brennstaubes kann erfindungsgemäß drucklos anliegen.

Die Beschleunigungsvorrichtung wird auf der Eintrittsseite durch den Brennstaubkanal mit Brennstaub-Trägergas-Gemisch beströmt. Am Ende des Brennstaubkanals ist starr oder beweglich der Eintrittsring 0,2 bis 0,5 mm vor einer Ringdüse mit Umlenklippe angeordnet, welche mit der Wandung des Staubkanals eine Kammer bildet, in welche der Treibluftkanal in Strömungsrichtung des Hauptstromes hinter der Umlenklippe einbindet. Das Verhältnis der Spaltbreite zum Radius der Umlenkung beträgt 0,1 und bewirkt eine Strömungsumlenkung des Treibgases von 180° . Die Ringdüse geht austrittsseitig ballig so in den Staubkanal über, daß die Tangente einen halben Öffnungswinkel von 4° aufweist. Der Durchmesser des Brennstaubkanals im Eintrittsteil steht zum Durchmesser des Staubkanals nach dem Austrittsteil im Verhältnis von 1,3 : 1. Der Eintrittsring ist erfindungsgemäß starr oder beweglich am Ende des Brennstaubkanals angeordnet. Die Ringdüse hat erfindungsgemäß eine 11-fache Länge gegenüber ihres kleinsten Durchmessers im Staubkanal. Die Beschleunigungseinrichtung gewährleistet erfindungsgemäß bei einem Treibgasdruck bis zu 70 kPa einen Unterdruck auf den Brennstoffkanal von 1 kPa und eine gleichgroße Druckwirkung auf den Staubkanal. Durch den Treibgasdruck und dem Verhältnis Spaltbreite zum Radius der Umlenkung wird erfindungsgemäß das Verhältnis des geförderten Volumens, insbesondere Brennstaub-Trägergas-Gemisch, zum

Treibgasvolumen über 15 gewährleistet. Erfindungsgemäß erfolgt in der Beschleunigungsvorrichtung keine Strömungsumlenkung des Brennstaub-Trägergas-Gemisches. Wird der Staubkanal in einer pneumatischen Transportleitung in einer konstanten Nennweite ausgeführt, wird erfindungsgemäß vor der Beschleunigungsvorrichtung ein Eintrittsring mit einem halben Öffnungswinkel von 4° angeordnet, wobei der größte Durchmesser des Eintrittsrings am Ende des Brennstaubkanals vorhanden ist. Die Spaltbreite zwischen Eintrittsring und Ringdüse beträgt erfindungsgemäß mindestens 0,2 mm.

Eine Erhöhung der Ansauge- und Druckwirkung der Beschleunigungsvorrichtung ist erfindungsgemäß durch eine Vergrößerung der Spaltbreite und/oder des Treibgasdruckes gewährleistet. Durch Regelung der Spaltbreite und/oder des Treibgasdruckes ist eine Regelung der Ansauge- und Druckwirkung möglich. Erfindungsgemäß kann bei einer Erhöhung des Treibgasdruckes auf 3 bar das Treibgasvolumen um 50 % verringert werden, wobei die Ansauge- und Druckwirkung von 1 kPa gewährleistet wird.

Der Vorteil des Verfahrens besteht in den geringen energetischen Aufwendungen, wobei bei einem Treibgasdruck bis zu 70 kPa nur das 0,066-fache des Trägergasvolumens verdichtet werden muß. Die Ansauge- und Druckwirkung von insgesamt 2 kPa gestattet insbesondere nach Absperrarmaturen im Staubkanal das Anfahren der pneumatischen Transportleitung, wobei das Leerfahren des Staubkanals nicht erforderlich ist. Das Trägergas braucht vorteilhafterweise nicht noch verdichtet werden, wobei insbesondere Luft unter Normaldruckbedingungen eingesetzt werden kann. Bei Einsatz von Inertgasen als Trägergas, vorzugsweise Stickstoff, kann

auch dieses Inertgas nach einer Verdichtung als Treibgas Verwendung finden. Ein weiterer Vorteil liegt in der Vermeidung von Strömungsumlenkungen und der resultierenden Verschleißminderung staubführender Leitungen, da die Beschleunigungsvorrichtung keine derartige Umlenkung vorsieht. Die Laufzeuge zur Erzeugung des Treibgases kommen nicht mit dem zu fördernden Brennstaub zusammen.

Das Verfahren kann erfindungsgemäß zum pneumatischen Transport von Brikettabfall oder andersartiger körniger Güter eingesetzt werden, wobei eine Körnung unter 10 mm transportiert werden kann. Einzelne Körnungen bis zu 60 mm im vorhandenen Körnungsband unter 10 mm können erfindungsgemäß mit einer Erhöhung des Treibgasdruckes auf 3 bar transportiert werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Fig. 1 ist ein Verfahren zum pneumatischen Transport von Braunkohlenbrennstaub dargestellt.

Ausgehend von einem Bunker 2, dem der Brennstaub durch einen Brennstaubzuführungs kanal 1 aufgegeben wird, erfolgt durch eine als Verpuffungs- und Dosiereinrichtung bekannte Austragschnecke 3 der Brennstaubaustrag in eine bekannte Aufnahmeeinrichtung 4. Die Treibluft wird durch ein Gebläse 6 mit einem Druck von 70 kPa erzeugt. Der Luftkanal 5 führt die Treibluft zur Aufnahmeeinrichtung 4 und zu der Beschleunigungsvorrichtung 7. Im Staubkanal 13 strömt der Brennstaub-Trärgasstrom von der Aufnahmeeinrichtung 4 zu

den Beschleunigungsvorrichtungen 7. Vor dem Brenner 9 einer Brennkammer 10 ist im Staubkanal 13 als Schnellschlußeinrichtung eine Absperreinrichtung 8 vorhanden. Der Staubkanal 13 besitzt eine Nennweite von 65 mm und befördert Braunkohlenbrennstaub mit einer Körnung von unter 1 mm von der Aufnahmeeinrichtung 4 zum Brenner 10. Die Brennstaubbeladung von über $1,5 \text{ kg/m}^3$ Trägergas im Staubkanal 13 bei einer Trägergasgeschwindigkeit von 32 m/s versorgt eine Brennkammer 10 eines 6,5 t/h-Dampferzeuger.

Das Trägergas gelangt durch Öffnungen in die Aufnahmeeinrichtung 4, wobei aus der Umgebung Luft bei Betrieb des Staubkanals angesaugt wird. Vor und nach der Absperreinrichtung 8 sind Beschleunigungsvorrichtungen 7 angeordnet. Die Beschleunigungsvorrichtung 7 nach Fig. 2 wird eingangsseitig durch den Brennstaubkanal 11 beströmt. Am Ende des Brennstaubkanals 11 ist das Eintrittsteil 17 starr befestigt. In Strömungsrichtung des Brennstaub-Trägergas-Gemisches folgt nach dem Eintrittsring 17 die Ringdüse 18, welche das Brennstaub-Trägergas-Treibgas-Gemisch in den Staubkanal 13 aufgibt. Um die Ringdüse 18 ist eine Kammer 14 angeordnet, welche durch den Treibluftkanal 12 mit Treibluft von 15 kPa Überdruck beaufschlagt wird. In der Kammer 14 ist eine durch die Ringdüse 18 gebildete Umlenkungslippe 15 vorhanden, welche mit dem Eintrittsring 17 den Spalt 16 bildet. Die Spaltbreite von 0,2 mm steht zum Radius der Umlenkung 15 im Verhältnis von 0,1. Der Durchmesser des Brennstaubkanals 11 beträgt im Eintrittsring 17 85 mm, wobei der kleinste Durchmesser der Ringdüse 18 65 mm beträgt. Die Länge des Austrittsteiles beträgt 0,75 m. Der Eintrittsring 17 und die Ringdüse 18 sind über der Wandung des Brennstaubkanals 11 starr miteinander verbunden und bilden die Kammer 14 gasdicht. Der

Brennstaubkanal 11 wird durch den Eintrittsring 17 mit einem halben Öffnungswinkel von 4° vom Durchmesser 85 mm auf den Durchmesser vor dem Eintrittsteil 17 von 65 mm verkleinert. Die Beschleunigungsvorrichtung 7 erzeugt einen Unterdruck auf den Brennstaubkanal 11 von 1 kPa und eine gleichgroße Druckwirkung auf den Staubkanal 13. Das Brennstaub-Trägergas-Gemisch verursacht im Staubkanal 13 einen Druckverlust, welcher durch die Beschleunigungsvorrichtung 7 überwunden werden muß. Dazu werden in Abständen der dem Druckverlust äquivalenten Länge des Staubkanals erneute Beschleunigungsvorrichtungen 7 angeordnet. Die Länge des Staubkanals kann somit beliebig lang gewählt werden. Nach der Absperreinrichtung 8 wird durch die anschließend angeordneten Beschleunigungsvorrichtungen 7 der Staubkanal 13 zum Brenner 9 mit Brennstaub-Trägergas-Treibgas-Gemisch beaufschlagt. Bei einer Absperrung des Staubkanals 13 durch einen Schnellschluß schließt die Absperreinrichtung 8 und das Rohrstück zwischen Absperreinrichtung 8 und Brenner 9 wird leergeblasen. Der Staubkanal 13 zwischen Aufgabereinrichtung 4 und Absperreinrichtung 8 wird nicht leergefahren, wobei eine Unterbrechung der Zuführung des Treibgases durch den Luftkanal 5 erforderlich ist. Diese Unterbrechung der Zuführung des Treibgases hat so zu erfolgen, daß keine Verstopfung des Staubkanals 13 auftritt. Beim Anfahren des Staubkanals 13 wird durch die Ansaugwirkung der Beschleunigungseinrichtung 7 der abgesetzte Brennstaub wieder aufgewirbelt und fortgeleitet.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zum Transport von Brennstaub, insbesondere Braunkohlenbrennstaub, Brikettabfall oder Feinsteinkohle, welche von einer Brennstaublagereinrichtung, vorzugsweise einem Bunker, zu einem Brenner für eine Brennkammer pneumatisch transportiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß das einen ringförmigen Kanal axial durchströmende Brennstaub-Trägergas-Gemisch radial mit einem Treibgas, welches einen Druck kleiner als 70 kPa über den Kanaldruck aufweist, beaufschlagt und so beschleunigt wird, wobei sowohl eine Saug- als auch eine Druckwirkung auf das Brennstaub-Trägergas-Gemisch ausgeübt wird, wobei das Gemisch aus Trägergas und Brennstaub keinen Umlenkungen unterworfen wird, das Verhältnis Treibgasvolumen/Trägergasvolumen 5/100, die Staubbeladung $1,5 \text{ kg/m}^3$, der Staubkanal eine Nennweite bis 100 mm aufweist, und eine axiale mehrstufige Anordnung bei langen Kanälen möglich ist, wobei Körnungen bis 30 mm transportierbar sind.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Pkt. 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Brennstaubkanal ein düsenförmiger Eintrittsring mit einem halben Öffnungswinkel von 4° angeordnet wird, dessen kleiner Durchmesser mit dem Durchmesser der in Fließrichtung axial angeordneten Umlenklippe einer Ringdüse identisch ist, welche im gleichen Kanal in einem Abstand von 0,2 bis 0,5 mm angeordnet ist, mit der Brennstaubkanalwandung eine Ringkammer bildet, in welche in Fließrichtung hinter der Umlenklippe ein Treibluftkanal radial mündet, deren engster Innendurchmesser mit einem halben Winkel

von 4 ° bei einer fünffachen Länge des kleineren Ringdüsendurchmessers einen Scheitelpunkt hat und zur Brennstaubkanalwandung im gleichen Winkel ausläuft.

3. Verfahren gemäß Pkt. 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Treibgas gasförmige Stoffe, insbesondere Luft oder Inerte, eingesetzt werden.
4. Vorrichtung gemäß Pkt. 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Treibgas gasförmige Stoffe, insbesondere Luft oder Inerte, verwendet werden, wobei zur Regelung der Saug- und Druckwirkung der Vorrichtung auch die Regelung des Druckes oder der Menge des Treibgasvolumenstromes dient, dabei durch eine Erhöhung des Treibgasvolumenstromes eine Verstärkung in der Druck- und Saugwirkung und durch eine Verminderung des Treibgasvolumenstromes eine Verringerung in der Saug- und Druckwirkung der Vorrichtung erzielt wird.
5. Vorrichtung gemäß Pkt. 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der Spaltbreite und/oder der Menge des Treibgasvolumenstromes von Hand, einfach automatisch oder vollautomatisch erfolgt.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen.

13

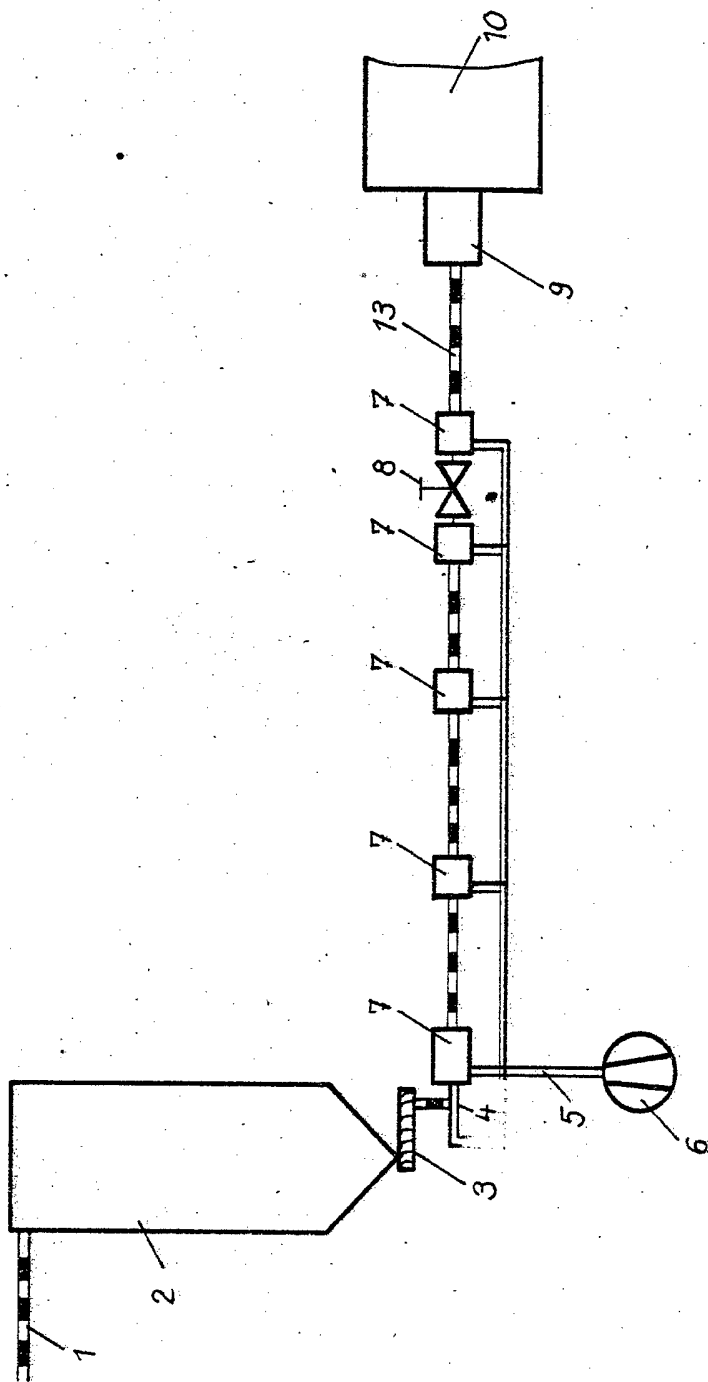


Fig. 1

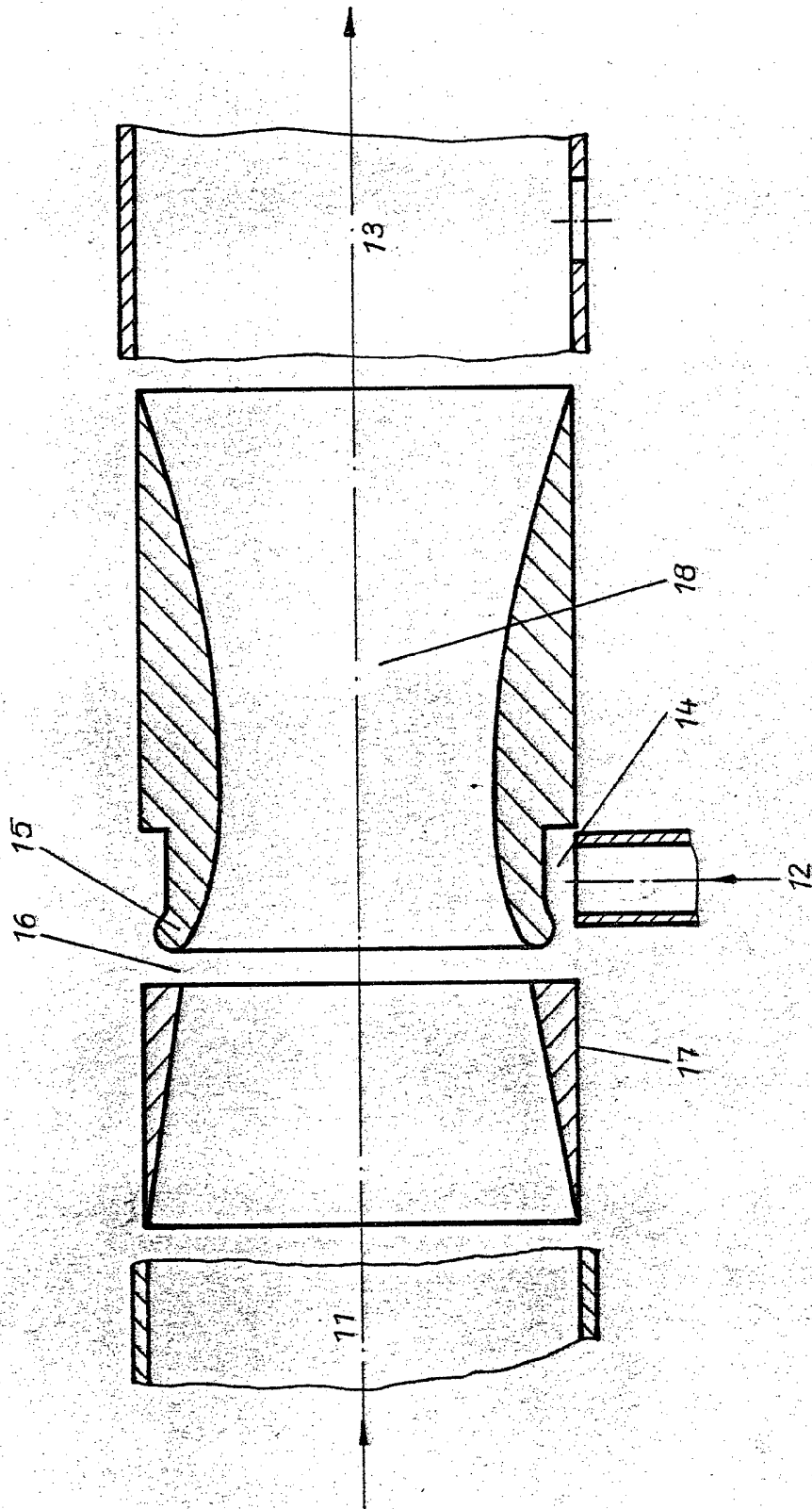


Fig. 2