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

(11) EP 0 349 834 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.04.1996 Patentblatt 1996/16

(51) Int Cl.[6]: **F22B 29/06**

(21) Anmeldenummer: **89111309.4**

(22) Anmeldetag: **21.06.1989**

(54) **Durchlaufdampferzeuger**

Once-through steam generator

Chaudière à vapeur à passage unique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB GR IT SE

(30) Priorität: **04.07.1988 DE 3822606**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.01.1990 Patentblatt 1990/02

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
D-80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Wittchow, Eberhard, Dipl.-Ing.**
  D-8520 Erlangen (DE)
- **Köhler, Wolfgang, Dr.**
  D-8501 Kalchreuth (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 621 189
DE-A- 2 941 623
DE-A- 3 544 504
DE-B- 1 240 883
FR-A- 2 149 892
GB-A- 1 163 301
GB-A- 2 007 340

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 349 834 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Durchlaufdampferzeuger nach Patentanspruch 1.

An einem Durchlaufdampferzeuger mit den Merkmalen der Merkmalsgruppe a) des Patentanspruchs 1 kann der Übergang von den Rohren der Rohrwände des unteren Teiles des Gaszuges in die Rohre der Rohrwände des oberen Teiles entweder direkt erfolgen, indem beispielsweise drei Rohre des oberen Teiles an einem Rohr des unteren Teiles angeschlossen sind, oder indirekt über einen Sammler, an dem sowohl die Rohre des unteren als auch die Rohre des oberen Teiles angeschlossen sind.

Bei Betrieb eines solchen Durchlaufdampferzeugers können insbesondere die durch die Brenner des Durchlaufdampferzeugers stark beheizten Rohre des unteren Teiles des Gaszuges an ihren Austrittsstellen zu den Rohren des oberen Teiles bzw. zu dem Sammler aufgrund unvermeidlicher Beheizungsunterschiede ganz erhebliche Temperaturunterschiede aufweisen. Da die Rohre der Rohrwände an ihren Längsseiten miteinander gasdicht verschweißt sind, führen diese Temperaturunterschiede zu erheblichen Wärmespannungen in den Rohrwänden des Gaszuges, die zu Rohrreißern führen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, hier Abhilfe zu schaffen und solche Rohrreißer aufgrund von zu großen Wärmespannungen zu vermeiden.

Diese Aufgabe löst der Durchlaufdampferzeuger nach Patentanspruch 1.

Durch die Begrenzung der Höhe des unteren Teiles des Gaszuges dieses Durchlaufdampferzeugers wird auch die Wärmeaufnahme der Rohrwände in diesem unteren Teil begrenzt. Deshalb führen die Rohre des unteren Teiles des Gaszuges an den Austrittsstellen zu den Rohren des oberen Teiles bzw. zu dem zwischengeschalteten Sammler überwiegend Naßdampf. Eine Mehrbeheizung einzelner Rohre des unteren Teiles des Gaszuges führt deshalb nur zu einer verstärkten Dampfbildung in diesen Rohren, nicht aber zur Bildung von Heißdampf mit hohen Temperaturen, so daß allenfalls nur geringe Wärmespannungen in den Rohrwänden des unteren Teiles des Gaszuges auftreten können.

Da die Anzahl strömungsseitig parallelgeschalteter Rohre in den Rohrwänden des oberen Teiles des Gaszuges in der Regel größer ist als in den Rohrwänden des unteren Teiles, ist die Massenstromdichte, die ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit des Dampfes ist, in den Rohrwänden des oberen Teiles und damit auch der Reibungsdruckverlust in diesen Rohrwänden kleiner als in den Rohrwänden des unteren Teiles des Gaszuges. Wegen der Begrenzung der Höhe des unteren Teiles des Gaszuges ist deshalb auch der Reibungsdruckverlust in den zu den Rohrwänden des unteren Teiles des Gaszuges gehörenden Rohren begrenzt. Das bedeutet, daß der Reibungsdruckverlust in den Rohren der Rohrwände des Gaszuges insgesamt niedrig ist. Deshalb ist für diesen Durchlaufdampferzeuger nur eine geringe Leistung zugeordneter Speisewasserpumpen erforderlich, wodurch sich ein guter Wirkungsgrad für ein Kraftwerk ergibt, in dem der Durchlaufdampferzeuger eingesetzt ist.

Sind die Rohre des unteren Teiles des Gaszuges unmittelbar an den Rohren des oberen Teiles angeschlossen, wird wegen der Begrenzung der Höhe des unteren Teiles des Gaszuges auch eine Vergleichmäßigung des Massenstromes durch die Rohre der Rohrwände des Gaszuges erzielt.

Die schräg ansteigend angeordneten Rohre der Rohrwände des unteren Teiles des Gaszuges können nur kleine Gewichtskräfte aufnehmen. Deshalb sind für solche Rohrwände auf der Außenseite in der Regel vertikale Tragbänder aus Eisen vorzusehen, an denen die einzelnen Rohre der Rohrwände des unteren Teiles des Gaszuges festgeschweißt sind. Infolge der begrenzten Höhe des unteren Teiles des Gaszuges des Durchlaufdampferzeugers können die Länge und der Querschnitt dieser Tragbänder sowie auch die Anzahl der Schweißstellen begrenzt werden. Dies begrenzt auch den Herstellungs-und Montageaufwand und damit Kosten für den Durchlaufdampferzeuger.

Die Patentansprüche 2 bis 5 sind auf vorteilhafte Weiterbildungen des Gegenstandes des Patentanspruchs 1 gerichtet, durch die Wärmespannungen und damit Rohrreißer in den Rohrwänden des Gaszuges noch besser vermieden werden.

Der Gegenstand des Patentanspruchs 6 bewirkt eine niedrige Wandtemperatur der Rohre der Rohrwände des oberen Teiles des Gaszuges des Durchlaufdampferzeugers. Deshalb sind diese Rohrwände auch der hohen Wärmeeinstrahlung angepaßt, der sie aufgrund der begrenzten Höhe des unteren Teiles des Gaszuges ausgesetzt sind.

Aus DE-A-3 544 504 ist ein Durchlaufdampferzeuger bekannt, der einen Gaszug mit einem unteren Teil und einen über diesem unteren Teil angeordneten "Konvektionskanal" aufweist. Zwar sind im unteren Teil die Rohre schräg ansteigend und am "Konvektionskanal" vertikal angeordnet, im "Konvektionskanal" befindliche Heizflächen haben jedoch eine Unterkante in einer Höhe, die praktisch gleich der Höhe des unteren Teils des Gaszugs ist.

Die Höhe des unteren Teils des Gaszugs mit den schräg ansteigenden Rohren beträgt somit praktisch 100% der Gesamthöhe von dem unteren Teil des Gaszugs mit schräg ansteigenden Rohren und von einem oberen Teil des Gaszugs, der vertikale Rohre hat und dessen Oberende durch eine Unterkante der Heizflächen im "Konvektionskanal" bestimmt ist.

Aus GB-A-2 007 340 ist ein Durchlaufdampferzeuger bekannt mit Heizflächen in einem Gaszug, deren Unterkanten weit geringeren Abstand vom unteren Teil des Gaszugs mit schräg ansteigenden Rohren haben als ein quer verlaufendes Dach des Gaszugs und die deshalb für das Oberende des oberen Teils des Gaszugs mit vertikalen Rohren maßgeblich sind. Die Höhe des unteren

Teils des Gaszugs beträgt nahezu 100% der Gesamthöhe von unterem und diesem oberen Teil.

Die Erfindung und ihre Vorteile seien anhand der Zeichnung an Ausführungsbeispielen näher erläutert:

Fig. 1 bis 4 zeigen stark schematisiert Längsschnitte erfindungsgemäßer Durchlaufdampferzeuger,
Fig. 5 zeigt einen Längsschnitt durch ein Rohr der Rohrwände der Durchlaufdampferzeuger nach den Figuren 1 bis 4,
Fig. 6 den Querschnitt des Rohres nach Fig. 5,
Fig. 7 zeigt stark schematisiert das Wasser-Dampf-Schaltschema der Durchlaufdampferzeuger nach den Fig. 1 - 4.

Die Durchlaufdampferzeuger nach den Figuren 1 bis 3 haben zwei vertikale Gaszüge 2 und 3, die oben durch einen horizontalen Gaszug 4 miteinander verbunden sind. Der Durchlaufdampferzeuger nach FIG 4 hat nur einen einzigen vertikalen Gaszug 2.

Die vertikalen Gaszüge 2 weisen unten einen trichterförmigen Boden 5 auf, wie er für kohlebefeuerte Dampferzeuger üblich ist. Der Boden 5 kann jedoch auch eben ausgeführt sein, wie er für gas- oder ölbefeuerte Dampferzeuger üblich ist. Die vertikalen Gaszüge 3 nach den Figuren 1 bis 3 haben am Boden eine Rauchgasaustrittsöffnung 6. Diese Rauchgasaustrittsöffnung 6 befindet sich beim Durchlaufdampferzeuger nach FIG 4 oben am einzigen vertikalen Gaszug 2.

Der vertikale Gaszug 2 weist ein unteres Teil 7 auf, dessen Unterende durch den Boden 5 begrenzt ist und das eine Höhe H in vertikaler Richtung hat.

Am unteren Teil 7 sind Brenner 8 für fossilen Brennstoff, z.B. Kohle, angebracht. Ferner befinden sich innerhalb des vertikalen Gaszuges 3 des Durchlaufdampferzeugers nach FIG 1 Heizflächen 9. Beim Durchlaufdampferzeuger nach FiG 2 sind solche Heizflächen 9 nicht nur innerhalb des vertikalen Gaszuges 3, sondern auch innerhalb des horizontalen Gaszuges 4 angeordnet. Der Durchlaufdampferzeuger nach FIG 3 hat solche Heizflächen 9 nicht nur im vertikalen Gaszug 3 und im horizontalen Gaszug 4, sondern auch im vertikalen Gaszug 2, während der Durchlaufdampferzeuger nach FIG 4 solche Heizflächen 9 nur oben im vertikalen Gaszug 2 aufweist.

Der vertikale Gaszug 2 hat ferner einen oberen Teil 10, der beim Durchlaufdampferzeuger nach FIG 1 an seinem Oberende durch die obere Querwand 11 des Gaszuges 2, beim Durchlaufdampferzeuger nach FIG 2 durch eine Querschnittsverengung 12, die durch eine in den Gaszug 2 hineinragende Nase 13 an einer Seitenwand des Gaszuges 2 gebildet ist, und bei den Durchlaufdampferzeugern nach den Figuren 3 und 4 durch eine Unterkante 14 der Heizflächen 9 begrenzt ist.

Im unteren Teil 7 mit der Höhe H ist der vertikale Gaszug 2 durch gasdichte Rohrwände gebildet, deren Rohre 15 schräg ansteigend angeordnet sind. Diese Rohre 15 können jedoch auch abwechselnd schräg ansteigend und waagerecht angeordnet sein. Im oberen Teil 10 ist der vertikale Gaszug 2 hingegen durch gasdichte Rohrwände gebildet, deren Rohre 16 vertikal angeordnet sind. An einem schräg ansteigenden Rohr 15 der Rohrwände des unteren Teiles 7 des Gaszuges 2 sind beispielsweise drei vertikale Rohre 16 der Rohrwände des oberen Teiles 10 des Gaszuges 2 angeschlossen. Der untere Teil 7 und der oberer Teil 10 des Gaszuges 2 haben eine Gesamthöhe L.

Zum Vermeiden von Wärmespannungen insbesondere in den Rohrwänden des unteren Teiles 7 des Gaszuges 2 beträgt die Höhe H dieses unteren Teiles 7 vorteilhafterweise 70 % der Gesamthöhe L der Teile 7 und 10 dieses Gaszuges 2. Die Höhe H kann auch günstigerweise 65, 60, 55 oder sogar nur 50 % der Gesamthöhe L betragen. Je kleiner dieser Prozentsatz ist, desto geringer sind die Wärmespannungen in den Rohrwänden des unteren Teiles 7 des Gaszuges 2. Der Prozentsatz der Höhe H des unteren Teils 7 des Gaszuges 2 ist nach unten vor allem durch die Brenneranordnung begrenzt, da im Bereich der Brenner die Rohre 15 sehr stark beheizt werden und die schräge Anordnung der Rohre 15 eine besonders gute Kühlung ermöglichen.

Wie die Figuren 5 und 6 verdeutlichen, haben die Rohre 16 der Rohrwände des oberen Teiles 10 des Gaszuges 2 vorteilhafterweise wendelartig geführte Innenrippen 17. Aus den Rohren 15 der Rohrwände des unteren Teils 7 des Gaszuges 2 in die Rohre 16 entsprechend Fig. 5 und 6 strömender Naßdampf unterliegt in diesen Rohren 16 einer Zentrifugalkraft, so daß sein Wasseranteil sich überwiegend an der Innenseite der Rohre 16 ansammelt. Dieser Wasseranteil verstärkt dort die Kühlung der Rohre 16, so daß diese Rohre 16 ohne weiteres die hohe Wärmeeinstrahlung aus dem Innenraum des Gaszuges 2 aufnehmen können, der sie wegen der niedrigen Höhe H des unteren Teiles 7 dieses Gaszuges 2 unterliegen.

Im Wasser-Dampfschaltschema des Durchlaufdampferzeugers nach FIG 7 ist eine Speisewasservorwärmer-Heizfläche 22 an einer Speisewasserpumpe 21 angeschlossen. Zu der Speisewasservorwärmer-Heizfläche 22 ist eine Verdampferfläche 23 in Serie geschaltet, die mit ihrer Dampfaustrittsleitung seitlich an einer meist senkrecht angeordneten Wasserabscheideflasche 24 angeschlossen ist. Vom oberen Ende dieser Wasserabscheideflasche 24 führt eine Dampfaustrittsleitung zu den Überhitzerheizflächen 25. Am unteren Ende ist die Wasserabscheideflasche 24 mit einer Wasserabführleitung 26 versehen, die zu einem Speisewasser- oder einem Entspannungsbehälter führt oder mit einer Umwälzpumpe versehen ist, die zwischen der Speisewasservorwärmer-Heizfläche 22 und der Verdampferfläche 23 oder zwischen der Speisewasserpumpe 21 und der Speisewasservorwärmerheizfläche mündet.

Die Rohrwände beider Teile 7 und 10 des Gaszuges 2 gehören zu der Verdampferfläche 23 in FIG 7, während die Heizflächen 9, die Speisewasservorwärmer-Heizfläche 22 und die Überhitzerheizflächen 25 in FIG 7 sind.

In vielen Betriebsfällen ist der Verdampfungsbereich örtlich nicht fixiert, so daß entweder in den Verdampferflächen 23 der Rohrwände des Gaszuges 2 bereits Überhitzung erfolgt, oder Verdampfung noch in den Überhitzerheizflächen 25 stattfindet.

Die Wasserabführleitung 26 in FIG 7 wird nur während des Anfahrens des Durchlaufdampferzeugers und bei Betrieb mit Teillast von Wasser durchströmt. Die Wasserabführleitung 26 ist also im Gegensatz zu den wasserführenden Fallrohren eines Naturumlaufdampferzeugers nicht an eine waagerecht angeordnete Dampftrommel angeschlossen, sie wird nicht während des gesamten Betriebs von Wasser durchströmt und sie mündet auch nicht ohne Zwischenschaltung von Behältern oder Pumpen direkt in die Verdampferfläche.

Patentansprüche

1. Durchlaufdampferzeuger mit

   a) einem vertikalen Gaszug, der aus gasdichten Rohrwänden gebildet ist, deren Rohre an einem unteren Teil des Gaszuges, an dem sich Brenner für fossilen Brennstoff befinden, schräg ansteigend und an einem oberen Teil des Gaszuges vertikal angeordnet sind, und dessen unterer Teil am Unterende durch einen Boden des Gaszuges und dessen oberer Teil am Oberende durch eine Querwand des Gaszuges, durch eine von den Rohrwänden gebildete Querschnittsverengung des Gaszuges oder durch eine Unterkante von innerhalb des Gaszuges angeordneten Heizflächen begrenzt ist, und mit
   b) einer Höhe (H) des unteren Teiles (7) des Gaszuges (2) mit den schräg ansteigend angeordneten Rohren (15), die kleiner als oder gleich 70 % der Gesamthöhe (L) von unterem und oberem Teil (7; 10) des vertikalen Gaszuges (2) ist.

2. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Höhe (H) des unteren Teiles (7) des Gaszuges (2) kleiner als oder gleich 65 % der Gesamthöhe (L) ist.

3. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Höhe (H) des unteren Teiles (7) des Gaszuges (2) kleiner als oder gleich 60 % der Gesamthöhe (L) ist.

4. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Höhe (H) des unteren Teiles (7) des Gaszuges (2) kleiner als oder gleich 55 % der Gesamthöhe (L) ist.

5. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Höhe (H) des unteren Teiles (7) des Gaszuges (2) kleiner als oder gleich 50 % der Gesamthöhe (L) ist.

6. Durchlaufdampferzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohre (16) der Rohrwände des oberen Teiles (10) des Gaszuges (2) wendelartig geführte Innenrippen (17) aufweisen.

Claims

1. A once-through steam generator having

   a) a vertical gas flue which is made up of gas-tight tube walls of which the tubes rise obliquely at a lower part of the gas flue at which burners for fossil fuel are located and are disposed vertically at an upper part of the gas flue, and of which the lower part is limited at its lower end by a bottom of the gas flue and of which the upper part is limited at its upper end by a transverse wall of the gas flue, by a cross-section restriction of the gas flue or by a lower edge of heating surfaces disposed inside the gas flue, and having
   b) a height (H) of the lower part (7) of the gas flue (2) with the obliquely rising tubes (15) which is less than or equal to 70% of the total height (L) of the lower and upper parts (7; 10) of the vertical gas flue (2).

2. A once-through steam generator according to claim 1, characterised in that the height (H) of the lower part (7) of the gas flue (2) is less than or equal to 65% of the total height (L).

3. A once-through steam generator according to claim 1, characterised in that the height (H) of the lower part (7) of the gas flue (2) is less than or equal to 60% of the total height (L).

4. A once-through steam generator according to claim 1, characterised in that the height (H) of the lower part (7) of the gas flue (2) is less than or equal to 55% of the total height (L).

5. A once-through steam generator according to claim 1, characterised in that the height (H) of the lower part (7) of the gas flue (2) is less than or equal to 50% of the total height (L).

6. A once-through steam generator according to claim 1, characterised in that the tubes (16) of the tube walls of the upper part (10) of the gas flue (2) exhibit helical internal ribs (17).

Revendications

1. Générateur de vapeur à passage direct comportant

   a) un conduit vertical de circulation de gaz, qui est formé de parois tubulaires étanches aux gaz et dont les tubes sont disposés de manière à remonter obliquement en une partie inférieure du conduit de circulation de gaz, où se trouvent des brûleurs de combustible fossile, et sont disposés verticalement en une partie supérieure du conduit de circulation de gaz, et dont la partie inférieure est limitée, à l'extrémité inférieure, par un fond du conduit de circulation de gaz et dont la partie supérieure est limitée, à l'extrémité supérieure, par une paroi transversale du conduit de circulation de gaz, par un rétrécissement du conduit de circulation de gaz, formé par les parois tubulaires, ou par un bord inférieur de surfaces de chauffage qui sont disposées à l'intérieur du conduit de circulation de gaz, et dans lequel
   b) la hauteur (H) de la partie inférieure (7) du conduit de circulation de gaz (2) comportant les tubes (15) disposés de manière à s'élever obliquement, est inférieure ou égale à 70 % de la hauteur totale (L) de la partie inférieure et de la partie supérieure (7;10) du conduit vertical de circulation de gaz (2).

2. Générateur de vapeur à passage direct suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la hauteur (H) de la partie inférieure (16) du conduit de circulation de gaz (2) est inférieure ou égale à 65 % de la hauteur totale (L).

3. Générateur de vapeur à passage direct suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la hauteur (H) de la partie inférieure (7) du conduit de circulation de gaz (2) est inférieure ou égale à 60 % de la hauteur totale (L).

4. Générateur de vapeur à passage direct suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la hauteur (H) de la partie inférieure (7) du conduit de circulation de gaz (2) est inférieure ou égale à 55 % de la hauteur totale (L).

5. Générateur de vapeur à passage direct suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la hauteur (H) de la partie inférieure (7) du conduit de circulation de gaz (2) est inférieure ou égale à 50 % de la hauteur totale (L).

6. Générateur de vapeur à passage direct suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les tubes (16) des parois tubulaires de la partie supérieure (10) du conduit de circulation de gaz (2) ont des nervures intérieures (17) qui s'étendent selon une disposition hélicoïdale.

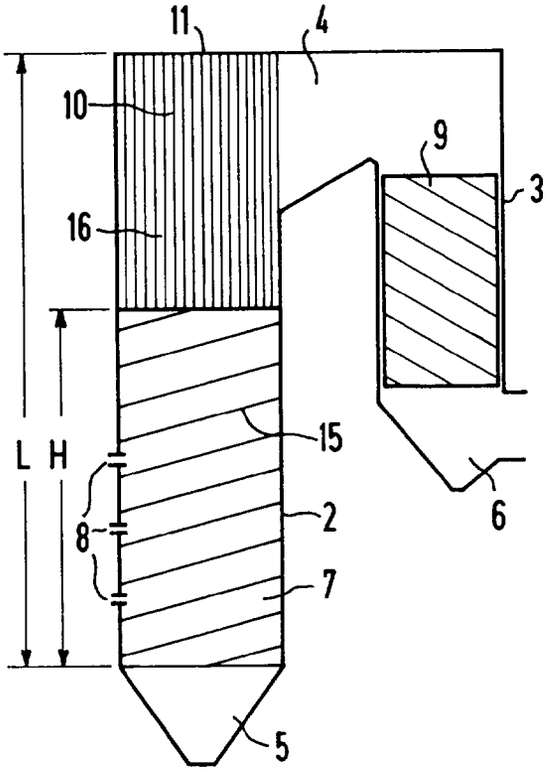


FIG 1

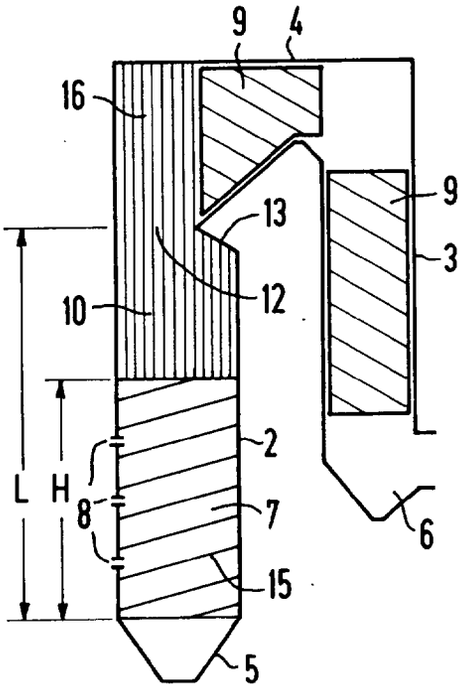


FIG 2

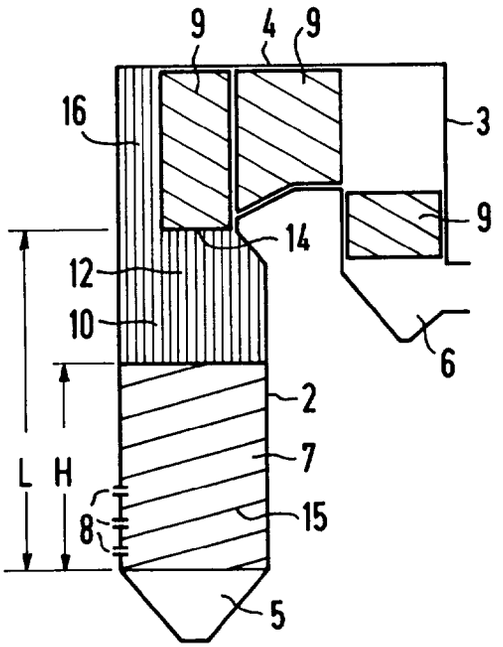


FIG 3

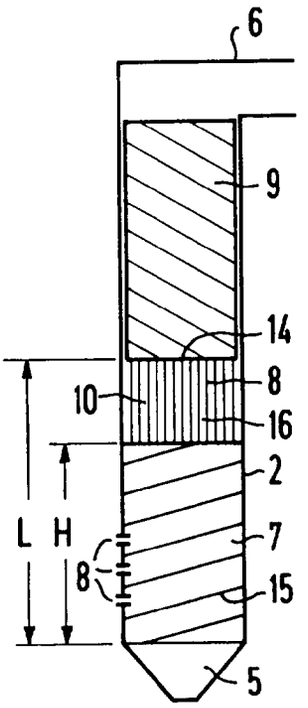


FIG 4

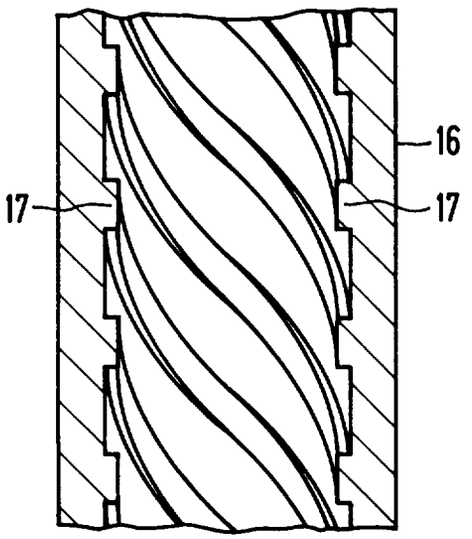


FIG 5

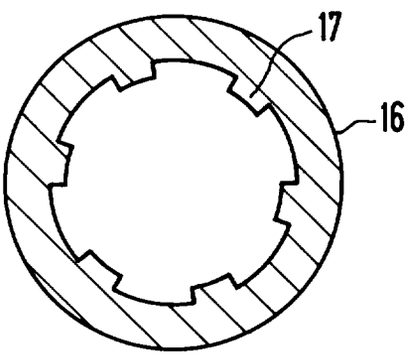


FIG 6

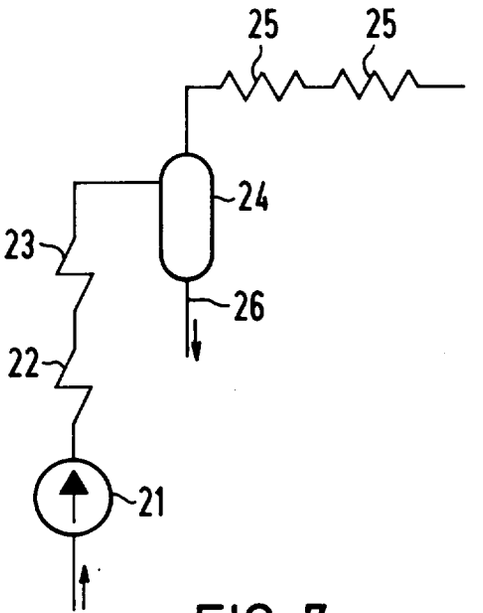


FIG 7