

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 657 010 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:

25.08.1999 Patentblatt 1999/34

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:

04.12.1996 Patentblatt 1996/49

(21) Anmeldenummer: **93917528.7**

(22) Anmeldetag: **06.08.1993**

(51) Int Cl.⁶: **F22B 37/12, F22B 37/14**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE93/00698

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 94/04870 (03.03.1994 Gazette 1994/06)

(54) **DAMPFERZEUGER**

STEAM GENERATOR

GENERATEUR DE VAPEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL SE

(30) Priorität: **19.08.1992 DE 4227457**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

14.06.1995 Patentblatt 1995/24

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**

AKTIENGESELLSCHAFT

80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- **KÖHLER, Wolfgang**
D-90562 Kalchreuth (DE)
- **KRAL, Rudolf**
D-91330 Eggolsheim (DE)
- **WITTCHOW, Eberhard**
D-91054 Erlangen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 352 488	DE-A- 19 510 033
DE-C- 739 376	FR-A- 2 414 705
GB-A- 574 810	US-A- 3 556 059

- **Juzi, H., Salem, A., Stocker, W.:**
Zwangdurchlaufkessel für Gleich- druckbetrieb mit vertikaler Brennkammerbohrung, in: VGB Kraftwerkstechnik 64, Heft 4, April 1984, S. 292-302
- **Richtlinie für die Herstellung und Bauüberwachung von Hochleistungsdampfkesseln, VGB Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V., VGB-R501H, 7. Ausg., 1968, Nachdruck 1983, S. 4-19**
- **Technische Regeln für Dampfkessel, TRD 501-Prüfung, Vorprüfung der Unterlagen des Erlaubnisanspruchs oder der Anzeige, Ausg. Juni 1983**
- **Dolezal, R.: Die Kesselgeometrie und die Grenzmöglichkeiten des Naturumlaufes, in: Brennstoff-Wärme-Kraft 34(1982), Nr. 7, S. 344-350**
- **Leitner, R.: Vergleich zwischen Zwangdurchlaufdampferzeuger, Zwang- durchlaufdampferzeuger mit Vollaumwälzung und Naturumlaufdampferzeuger, in: VGB Kraftwerkstechnik, 63. Jg., Heft 7, Juli 1983, S. 553-554 und 563**
- **VDI-Wärmeatlas, 6. Aufl., 1991, Hbc 3 und Hbc 4: Kritische Zustände strömender Flüssigkeiten**

EP 0 657 010 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen fossil befeuerten Durchlaufdamperzeuger mit einem Gaszug, dessen Umfassungswand aus miteinander gasdicht verbundenen Rohren gebildet ist, die im wesentlichen vertikal angeordnet und mediumseitig parallel von unten nach oben durchströmbar sind.

[0002] Die Umfassungswand ist häufig von Heizflächenelement zu Heizflächenelement einer unterschiedlich starken Beheizung ausgesetzt. So ist meist im unteren Teil, in dem eine Anzahl von Brennern für den fossilen Brennstoff angeordnet ist, die Beheizung wesentlich stärker als im oberen Teil. Der Grund hierfür liegt auch darin, daß in diesem oberen Teil häufig zusätzliche Wärmetauscherflächen angeordnet sind, welche die Umfassungswand gegen eine zu intensive Beheizung, insbesondere durch Wärmestrahlung, abschirmen.

[0003] Bei dem aus der Europäischen Patentschrift 0 054 601 bekannten Dampferzeuger dient die Umfassungswand des vertikalen Gaszugs nur im unteren Teil als Verdampferheizfläche. Der Dampf - oder bei Teillast das Wasser-Dampf-Gemisch - wird anschließend einem nachgeschalteten Konvektionsverdampfer zugeführt. Der obere Teil der Umfassungswand wird aus als Überhitzerheizfläche dienenden Rohren gebildet. Da nur ein Teil der Umfassungswand als Verdampferheizfläche genutzt wird, treten bei einer Mehrbeheizung oder überdurchschnittlichen Beheizung einzelner Rohre nur verhältnismäßig geringe Temperaturdifferenzen am Austritt dieser Rohre auf. Eine ungleichmäßige Verteilung des Wasser-Dampf-Gemisches auf die Rohre des der Verdampferheizfläche nachgeschalteten Konvektionsverdampfers ist wegen der geringen Beheizung dieses Verdampfers beherrschbar. Da allerdings die Kühlung des oberen Teils der Umfassungswand mit unter einem hohen Druck von etwa 280 bis 320 bar stehendem überhitzten Dampf erfolgt, wird in diesem oberen Teil der Umfassungswand hoch chromhaltiger Stahl eingesetzt, der bei der Fertigung eine komplizierte Wärmebehandlung erfordert. Außerdem ist diese bekannte Einrichtung aufgrund erforderlicher Verbindungsleitungen und Sammler zum und vom Konvektionsverdampfer sehr kostenaufwendig und benötigt einen erhöhten Regelungsaufwand im Konvektionszug, insbesondere durch den Einbau von rauchgasseitigen Regelzügen. Eine ähnliche Einrichtung ist auch in der Druckschrift VGB Kraftwerkstechnik, Heft 7, 1991, Seiten 637 bis 643, beschrieben.

[0004] Bei einem Durchlaufdamperzeuger mit einer spiralförmigen Rohranordnung der Umfassungswand, bei der die Massenstromdichte in den Rohren üblicherweise etwa $2500 \text{ kg/m}^2\text{s}$ beträgt, kann die Auswirkung einer Mehrbeheizung auf Temperaturdifferenzen zwischen den Rohren durch Vergrößern der Rohrendurchmesser im oberen Teil des vertikalen Gaszugs reduziert werden. Bei Umfassungswänden mit vertikal angeordneten Rohren kann dieses Prinzip jedoch nicht an-

gewendet werden, da die ohnehin vergleichsweise kleine Massenstromdichte, die ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit in den Rohren ist, dann so weit reduziert wird, daß bei Dampfdrücken in der Nähe des kritischen Punktes eine sichere Kühlung der Rohre nicht mehr gewährleistet ist. Außerdem kommt erschwerend hinzu, daß einerseits zur sicheren Kühlung der Rohre hohe Massenströme erforderlich sind, andererseits hohe Massenströme zu großen Temperaturdifferenzen zwischen einzelnen Rohren führen können. Weiterhin besteht bei Verwendung eines Zwischensammlers im Naßdampfbereich durch Entmischung die Gefahr einer Ungleichverteilung von Wasser und Dampf, so daß in einem diesem Zwischensammler nachgeschalteten Rohrsystem große Temperaturunterschiede auftreten können.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Dampferzeuger der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß einerseits eine ausreichende Kühlung der Rohre der Umfassungswand sichergestellt ist, und daß andererseits auch eine Mehrbeheizung einzelner Rohre nicht zu unzulässigen Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Rohren führt. Dies soll mit geringem Kostenaufwand erreicht werden.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rohre in einem unten gelegenen ersten Teil des Gaszugs einen größeren Innendurchmesser aufweisen als die Rohre in einem darüberliegenden zweiten Teil des Gaszugs.

[0007] Der unten gelegene erste Teil des Gaszugs, der im folgenden auch als erster Abschnitt der Umfassungswand bezeichnet wird, zeichnet sich durch sehr hohe Wärmestromdichten und einen guten inneren Wärmeübergang in den Rohren aus und liegt z.B. im Brennerbereich. Der darüberliegende zweite Teil des Gaszugs, der im folgenden auch als zweiter Abschnitt der Umfassungswand bezeichnet wird, zeichnet sich ebenfalls durch hohe Wärmestromdichten, aber einen verschlechterten inneren Wärmeübergang in den Rohren aus und liegt z.B. im sogenannten Gasstrahlraum des Dampferzeugers, der sich an den Brennerbereich anschließt.

[0008] Der erste Abschnitt der Umfassungswand umfaßt zweckmäßigerweise zur Verbesserung des inneren Wärmeübergangs innenberippte vertikal angeordnete Rohre. Diese sind bevorzugt derart dimensioniert, daß die mittlere Massenstromdichte in den Rohren bei Vollast vorzugsweise kleiner als $1000 \text{ kg/m}^2\text{s}$ ist. Der Dampf hat am Austritt des ersten Abschnitts einen mittleren Dampfgehalt, der bei einer Teillast von etwa 40% zwischen 0,8 und 0,95 liegt. Bei diesen Voraussetzungen stellen sich so günstige Strömungsverhältnisse ein, daß eine Mehrbeheizung einzelner Rohre zu einem erhöhten Durchsatz durch diese Rohre führt, so daß sich nur geringe Temperaturdifferenzen am Austritt der Rohre einstellen.

[0009] Im zweiten Abschnitt der Umfassungswand kann abhängig vom Betriebszustand eine Wärmeüber-

gangskrise, d.h. ein sogenanntes "Dry out", auftreten. Um unzulässig hohe Rohrwandtemperaturen bei diesem verschlechterten inneren Wärmeübergang zu vermeiden, wird die Massenstromdichte bevorzugt auf über als 1000 kg/m²s erhöht. Daher ist der Innendurchmesser der Rohre am Übergang vom ersten auf den zweiten Abschnitt unter Beibehaltung der gleichen Parallelrohranzahl oder Rohrteilungen verringert. Durch Reduzierung der Innendurchmesser ist auch bei einer hohen Wärmestromdichte im zweiten Abschnitt eine sichere Rohrkühlung gewährleistet.

[0010] Die Rohre mit kleinerem Innendurchmesser des zweiten Abschnitts sind vorteilhafterweise direkt an die Rohre größeren Innendurchmessers des ersten Abschnitts angeschlossen, so daß die Rohre der beiden Abschnitte direkt ineinander übergehen. Die Rohre des zweiten Abschnitts können mindestens im zuerst durchströmten Teil ebenfalls eine Innenberippung aufweisen.

[0011] In einem beheizten Verdampfer-Parallelrohrsystem tritt zwischen Ein- und Austritt ein Druckabfall auf, der zum Austritt hin im wesentlichen durch Reibung aufgrund hoher Dampfgeschwindigkeiten erzeugt wird. Ein hoher Reibungsdruckabfall bewirkt, daß der Massenstrom durch stärker beheizte Rohre entweder reduziert wird, oder aber im Vergleich zur Beheizung weniger stark ansteigt. Ordnet man nun ein Druckausgleichsgefäß in einem Bereich an, in dem durch Dampfbildung der Reibungsdruckabfall stark ansteigt, so kann sich das vor dem Druckausgleichsgefäß liegende System den Beheizungsunterschieden nahezu ideal anpassen, d.h. stärkere Beheizung ergibt einen annähernd gleichermaßen stärkeren Massenstrom.

[0012] Daher ist in zweckmäßiger Ausgestaltung in der oberen Hälfte des ersten Teils des Gaszugs, z.B. in der Nähe des Übergangs vom ersten auf den zweiten Abschnitt, an jedes Rohr ein Druckausgleichsrohr angeschlossen. Die Druckausgleichsrohre sind zweckmäßigerweise zu einem oder mehreren außerhalb des vertikalen Gaszugs vorgesehenen Druckausgleichsbehältern geführt. Durch den Druckausgleich werden die beiden Abschnitte strömungsseitig weitgehend entkoppelt. Der aufgrund der vergleichsweise großen Massenstromdichte relativ hohe Reibungsdruckverlust im zweiten Abschnitt hat daher keine Auswirkungen auf die günstigen Strömungsverhältnisse im ersten Abschnitt. Somit können keine Temperaturschieflagen (Temperaturgefälle über dem Rohrquerschnitt) aufgrund von Mehrbeheizungen am Austritt des ersten Abschnitts auftreten. Durch den direkten Übergang der Rohre vom ersten Abschnitt auf die Rohre vom zweiten Abschnitt wird eine Wasser-Dampf-Entmischung im Naßdampfgebiet sicher vermieden.

[0013] Bei einem Dampferzeuger mit einem hohen Gaszug, z.B. einem Dampferzeuger in Einzugsbauweise, weisen die Rohre in einem dritten oberen Teil des Gaszugs einen größeren Innendurchmesser auf als in dem zweiten darunterliegenden Teil des Gaszugs. Dieser dritte Teil des Gaszugs, der im folgenden auch als

dritter Abschnitt der Umfassungswand bezeichnet wird, zeichnet sich durch eine niedrige Wärmestromdichte und einen mäßigen inneren Wärmeübergang in den Rohren aus und liegt im sogenannten Konvektionszug des Dampferzeugers.

[0014] Am Übergang vom zweiten auf den dritten Abschnitt der Umfassungswand sinkt die Massenstromdichte wegen der dort herrschenden niedrigen Wärmestromdichte gegenüber der im zweiten Abschnitt wieder ab, um den Reibungsdruckverlust in den Rohren niedrig zu halten. Im dritten Abschnitt können die Rohre ohne Innenberippung ausgebildet sein.

[0015] Im weiteren Verlauf des vertikalen Gaszugs sinkt die Wärmestromdichte so weit ab, daß im dritten Teil des Gaszugs, d.h. im dritten Abschnitt der Umfassungswand, die halbe Anzahl der Rohre des zweiten Teils des Gaszugs, d.h. des zweiten Abschnitts der Umfassungswand, ausreicht. Die Halbierung der Anzahl der Rohre im dritten Abschnitt wird dadurch erreicht, daß je zwei Rohre des zweiten Teils des Gaszugs in ein ihnen gemeinsam zugeordnetes Rohr des dritten Teils des Gaszugs münden.

[0016] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert; darin zeigen:

Figur 1 einen Dampferzeuger mit einem in drei Abschnitte unterteilten Gaszug, und

Figur 2 einen Ausschnitt II aus Figur 1 in größerem Maßstab mit Rohren mit unterschiedlichem Innendurchmesser in verschiedenen Abschnitten.

[0017] Einander entsprechende Teile sind in beiden Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0018] Der vertikale Gaszug des Dampferzeugers 1 gemäß Figur 1 mit rechteckigem Querschnitt ist durch eine Umfassungswand 2 gebildet, die am Unterende des Gaszugs in einen trichterförmigen Boden 3 übergeht. Die Rohre 4 der Umfassungswand 2 sind an ihren Längsseiten - z.B. über Flossen 9 (Figur 2) - gasdicht miteinander verbunden, z.B. verschweißt. Der Boden 3 umfaßt eine nicht näher dargestellte Austragsöffnung 3a für Asche.

[0019] In einem unteren oder ersten Teil 5 des Gaszugs, d.h. in einem ersten Abschnitt der Umfassungswand 2, sind z.B. vier Brenner für einen fossilen Brennstoff in jeweils einer Öffnung 6 in der Umfassungswand 2 angebracht. An einer derartigen Öffnung 6 sind Rohre 4 der Umfassungswand 2 gekrümmt; sie verlaufen auf der Außenseite des vertikalen Gaszugs. Ähnliche Öffnungen können auch z.B. für Luftdüsen oder Rauchgasdüsen gebildet sein.

[0020] Über dem ersten unteren Teil 5 des Gaszugs befindet sich ein zweiter Teil 7 des Gaszugs, d.h. ein zweiter Abschnitt der Umfassungswand 2, über dem ein dritter oder oberer Teil 8 des Gaszugs, d.h. ein dritter Abschnitt der Umfassungswand 2, vorgesehen ist.

[0021] Der erste Abschnitt 5 im Brennerbereich zeich-

net sich durch eine sehr hohe Wärmestromdichte und einen guten inneren Wärmeübergang in den Rohren 4 aus. Der zweite Abschnitt 7 ist im Gasstrahlraum gelegen und zeichnet sich ebenfalls durch eine hohe Wärmestromdichte, aber auch durch einen geringeren, verschlechterten inneren Wärmeübergang in den Rohren 4 aus. Der dritte Abschnitt 8 ist im Konvektionszug gelegen und zeichnet sich durch eine niedrige Wärmestromdichte und einen mäßigen inneren Wärmeübergang in den Rohren 4 aus. Dieser dritte Abschnitt 8 ist insbesondere bei einem Dampferzeuger in Einzugsbauweise vorhanden.

[0022] Die mediumseitig, d.h. von Wasser oder einem Wasser-Dampf-Gemisch, von unten nach oben parallel durchströmten Rohre 4 der Umfassungswand 2 sind mit ihren Eintrittssenden an einen Eintrittssammler 11 und mit ihren Austrittssenden an einen Austrittssammler 12 angeschlossen. Der Eintrittssammler 11 und der Austrittssammler 12 befinden sich außerhalb des Gaszugs und sind z.B. jeweils durch ein ringförmiges Rohr gebildet.

[0023] Der Eintrittssammler 11 ist über eine Leitung 13 und einen Sammler 14 mit dem Ausgang eines Hochdruck-Vorwärmers oder Economizers 15 verbunden. Die Heizfläche des Economizers 15 liegt im vom dritten Abschnitt 8 der Umfassungswand 2 umfaßten Raum. Der Economizer 15 ist während des Betriebs des Dampferzeugers 1 eingangsseitig über einen Sammler 16 mit dem Wasser-Dampf-Kreislauf einer Dampfturbine verbunden.

[0024] Der Austrittssammler 12 ist über ein Wasser-Dampf-Trenngefäß 17 und eine Leitung 18 mit einem Hochdruck-Überhitzer 19 verbunden. Der Hochdruck-Überhitzer 19 ist im Bereich des zweiten Abschnitts 7 der Umfassungswand 2 angeordnet. Er ist während des Betriebs ausgangsseitig über einen Sammler 20 mit einem Hochdruckteil der Dampfturbine verbunden. Im Bereich des zweiten Abschnitts 7 liegt außerdem ein Zwischenüberhitzer 21, der über Sammler 22, 23 zwischen den Hochdruckteil und einen Mitteldruckteil der Dampfturbine geschaltet ist. Im Wasser-Dampf-Trenngefäß 17 anfallendes Wasser wird über eine Leitung 24 abgeführt.

[0025] In einem Bereich 25 des Übergangs vom ersten Abschnitt 5 zum zweiten Abschnitt 7 der Umfassungswand 2 ist außerhalb des Gaszugs ein Druckausgleichsgefäß 26 vorgesehen, das durch ein ringförmiges Rohr gebildet ist.

[0026] Wie aus Figur 2 ersichtlich, ist jedes in den Abschnitten 5 und 7 verlaufende Rohr 4 über ein Druckausgleichsrohr 27 mit dem Druckausgleichsgefäß 26 verbunden.

[0027] Im Bereich 25, in dem die Rohre 4 vom ersten Abschnitt 5 in den zweiten Abschnitt 7 übergehen, verjüngt sich die lichte Weite der Rohre 4. Mit anderen Worten: Die Rohre 4 weisen im unteren Teil 5 des Gaszugs einen größeren Innendurchmesser d_1 auf als die Rohre 4 in dem darüberliegenden zweiten Teil 7 des Gaszugs,

deren Innendurchmesser mit d_2 bezeichnet ist. Dabei sind die Rohre 4 mit dem kleineren Innendurchmesser d_2 direkt an die Rohre 4 mit dem größeren Innendurchmesser d_1 angeschlossen, d.h. die Rohre 4 gehen im Bereich 25 ineinander über. Die Rohre 4 im Abschnitt 5 weisen in nicht näher dargestellter Weise eine gewindeförmige Innenberippung auf. Die Rohre 4 sind im Abschnitt 5 derart dimensioniert, daß die mittlere Massenströmdichte dort bei Vollast kleiner oder gleich $1000 \text{ kg/m}^2\text{s}$ ist. Die mittlere Massenströmdichte in den Rohren 4 ist im zweiten oder mittleren Abschnitt 7 dann größer als $1000 \text{ kg/m}^2\text{s}$.

[0028] Im dritten oder oberen Abschnitt 8 der Umfassungswand 2 weisen die Rohre 4 wieder einen größeren Innendurchmesser auf als in dem darunterliegenden Abschnitt 7. Während die Rohre 4 auch im zweiten Abschnitt 7 vorzugsweise über ihre gesamte Länge eine gewindeförmige Innenberippung aufweisen, sind die Rohre 4 des dritten Abschnitts 8 nur über einen Teil ihrer Länge mit einer gewindeförmigen Innenberippung versehen. Zweckmäßigerweise wird aber auf eine Innenberippung verzichtet.

[0029] Die Anzahl der Rohre 4 im oberen Abschnitt 8 der Umfassungswand 2 ist nur halb so groß wie im zweiten Abschnitt 7. Daher münden je zwei Rohre 4 des zweiten Abschnitts 7 in einem Bereich 30 in ein ihnen gemeinsam zugeordnetes Rohr 4 des dritten Abschnitts 8 (Figur 1).

[0030] Wie in Figur 2 dargestellt, ist auch der Außendurchmesser der Rohre 4 in den Abschnitten 5 und 7 unterschiedlich und an den jeweiligen Innendurchmesser d_1 , d_2 derart angepaßt, daß die Wanddicke der Rohre 4 in allen Abschnitten 5, 7, 8 etwa gleich groß ist. Es kann aber auch der Außendurchmesser der Rohre 4 in allen Abschnitten 5, 7, 8 gleich groß sein, so daß die Wanddicke der Rohre 4 im mittleren oder zweiten Abschnitt 7 größer ist als im ersten Abschnitt 5 und/oder im dritten Abschnitt 8. Wie bereits erwähnt, sind die Rohre 4 an ihren Längsseiten mit Flossen 9 versehen, die zur gasdichten Verbindung der Rohre 4 dienen.

[0031] Dadurch, daß die Rohre 4 der Umfassungswand 2 über ihre Länge in verschiedenen Abschnitten 5, 7, 8 oder Bereichen des Dampferzeugers 1 einen unterschiedlichen Innendurchmesser d_1 , d_2 aufweisen, ist die Dimensionierung der Rohre 4 der Umfassungswand 2 auf eine unterschiedliche Beheizung des Gaszugs abgestimmt. Dabei ist einerseits eine sichere Kühlung der Rohre 4 gewährleistet. Andererseits führt auch eine Mehrbeheizung einzelner Rohre 4 nicht zu unzulässigen Temperaturdifferenzen zwischen den Ausgängen der einzelnen Rohre 4.

Patentansprüche

1. Fossil befeuerter Durchlaufdampferzeuger mit einem Gaszug, dessen Umfassungswand (2) aus miteinander gasdicht verbundenen Rohren (4) ge-

bildet ist, die im wesentlichen vertikal angeordnet und mediumseitig von unten nach oben durchströmbar sind,

dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (4) in einem unten gelegenen ersten Teil (5) des Gaszugs einen größeren Innendurchmesser (d_1) aufweisen als die Rohre (4) in einem darüberliegenden zweiten Teil (7) des Gaszugs.

2. Dampferzeuger nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (4) mit dem kleineren Innendurchmesser (d_2) direkt an die Rohre (4) mit dem größeren Innendurchmesser (d_1) angeschlossen sind oder in diese übergehen.

3. Dampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohr (4) über ein Druckausgleichsrohr (27) mit einem außerhalb des Gaszugs vorgesehenen Druckausgleichsgefäß (26) verbunden ist.

4. Dampferzeuger nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß jedes Druckausgleichsrohr (27) in der oberen Hälfte des ersten Teils (5), vorzugsweise im oberen Drittel des ersten Teils (5), z.B. im Bereich (25) des Übergangs vom ersten Teil (5) auf den zweiten Teil (7), des Gaszugs liegt.

5. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (4) im ersten Teil (5) des Gaszugs eine gewindeförmige Innenberippung aufweisen.

6. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (4) im zweiten Teil (7) des Gaszugs mindestens über einen Teil ihrer Länge eine gewindeförmige Innenberippung aufweisen.

7. Dampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Massenstromdichte in den Rohren (4) des ersten Teils (5) des Gaszugs bei Vollast kleiner oder gleich 1000 kg/m²s ist.

8. Dampferzeuger nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (4) in einem oben gelegenen dritten Teil (8) des Gaszugs einen größeren Innendurchmesser aufweisen als in dem zweiten darunterliegenden Teil (7) des Gaszugs.

9. Dampferzeuger nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (4) des dritten Teils (8) mit dem größeren Innendurchmesser direkt an die Rohre (4) des zweiten Teils (7) mit dem kleineren Innendurchmesser (d_2) angeschlossen

sind, oder in diese übergehen.

10. Dampferzeuger nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Rohre (4) im dritten Teil (8) des Gaszugs nur halb so groß ist wie im zweiten Teil (7) des Gaszugs, wobei je zwei Rohre (4) des zweiten Teils (7) in ein ihnen gemeinsam zugeordnetes Rohr (4) des dritten Teils (8) münden.

Claims

1. Fossil-fired continuous-flow steam generator with a gas flue, the surrounding wall (2) of which is formed from tubes (4) connected to each other in a gastight manner, which tubes are arranged substantially vertically and can conduct an upward flow of a medium, characterized in that the tubes (4) in a lower first part (5) of the gas flue have a larger inner diameter (d_1) than the tubes (4) in a second part (7) of the gas flue which is above the first part.

2. Steam generator according to claim 1, characterized in that the tubes (4) with the smaller inner diameter (d_2) are connected directly to the tubes (4) with the larger inner diameter (d_1) or merge into them.

3. Steam generator according to claim 1 or 2, characterized in that each tube (4) is connected by way of a pressure balance tube (27) to a pressure balance vessel (26) provided outside the gas flue.

4. Steam generator according to claim 3, characterized in that each pressure balance tube (27) lies in the upper half of the first part (5), preferably in the upper third of the first part (5), for example in the area (25) of the transition from the first part (5) to the second part (7) of the gas flue.

5. Steam generator according to one of claims 1 to 4, characterized in that the tubes (4) in the first part (5) of the gas flue have a thread-like internal finning.

6. Steam generator according to one of claims 1 to 5, characterized in that the tubes (4) in the second part (7) of the gas flue have a thread-like inner finning at least over a part of their length.

7. Steam generator according to one of claims 1 to 6, characterized in that the mean mass flow density in the tubes (4) of the first part (5) of the gas flue is less than or equal to 1000 kg/m²s with full load.

8. Steam generator according to claim 1, characterized in that the tubes (4) in an upper third

part (8) of the gas flue have a larger inner diameter than in the second part (7) of the gas flue which lies below the third part.

9. Steam generator according to claim 8, characterized in that the tubes (4) of the third part (8) with the larger inner diameter are directly connected to the tubes (4) of the second part (7) with the smaller inner diameter (d_2), or merge into them.
10. Steam generator according to claim 8 or 9, characterized in that the number of tubes (4) in the third part (8) of the gas flue is only half that in the second part (7) of the gas flue, whereby in each case two tubes (4) of the second part (7) open into a tube (4), associated with both of them, of the third part (8).

Revendications

1. Générateur de vapeur alimenté en matière fossile, comportant un dispositif de tirage de gaz dont la paroi (2) du pourtour est formée par des tubes (4) qui sont reliés entre eux de manière étanche au gaz, qui sont montés sensiblement verticalement et dans lesquels du fluide peut passer de bas en haut, caractérisé en ce que les tubes (4) ont dans une première partie (5), placée en bas, du dispositif de tirage de gaz un diamètre (d_1) intérieur plus grand que les tubes (4) d'une deuxième partie (7), placée au-dessus, du dispositif de tirage de gaz.
2. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes (4) ayant le diamètre (d_2) intérieur le plus petit sont raccordés directement aux tubes (4) ayant le diamètre (d_1) intérieur le plus grand, ou se transforment en ces tubes.
3. Générateur de vapeur suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque tube (4) communique par l'intermédiaire d'un tube (27) de compensation de pression avec un récipient (26) de compensation de pression prévu à l'extérieur du dispositif de tirage de gaz.
4. Générateur de vapeur suivant la revendication 3, caractérisé en ce que chaque tube (27) de compensation de pression se trouve dans la moitié supérieure de la première partie (5), de préférence dans le tiers supérieurs de la première partie (5), par exemple dans la région (25) de la transition de la première partie (5) à la deuxième partie (7).
5. Générateur de vapeur suivant une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les tubes (4) sont, dans la première partie (5) du dispositif de tirage de gaz, nervurés intérieurement en forme de filetage.

6. Générateur de vapeur suivant une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les tubes (4) sont, dans la deuxième partie (7) du dispositif de tirage de gaz, au moins sur une partie de leur longueur, nervurés intérieurement en forme de filetage.

7. Générateur de vapeur suivant une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le débit massique moyen dans les tubes de la première partie (5) du dispositif de tirage de gaz est, à pleine charge, inférieur ou égal à 1000 kg/m²s.

8. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes d'une troisième partie (8) placée en haut du dispositif de tirage de gaz ont un diamètre intérieur plus grand que dans la deuxième partie (7) du dispositif de tirage de gaz, qui se trouve au-dessous.

9. Générateur de vapeur suivant la revendication 8, caractérisé en ce que les tubes (4) de la troisième partie (8) ayant le diamètre intérieur le plus grand sont raccordés directement aux tubes (4) de la deuxième partie (7) ayant le diamètre (d_2) intérieur le plus petit, ou se transforment en ces tubes.

10. Générateur de vapeur suivant la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le nombre des tubes (4) dans la troisième partie (8) du dispositif de tirage de gaz n'est que la moitié du nombre de tubes dans la deuxième partie (7), chaque paire de tubes (4) de la deuxième partie (7) débouchant dans un tube (4) de la troisième partie (8) qui leur est associé en commun.

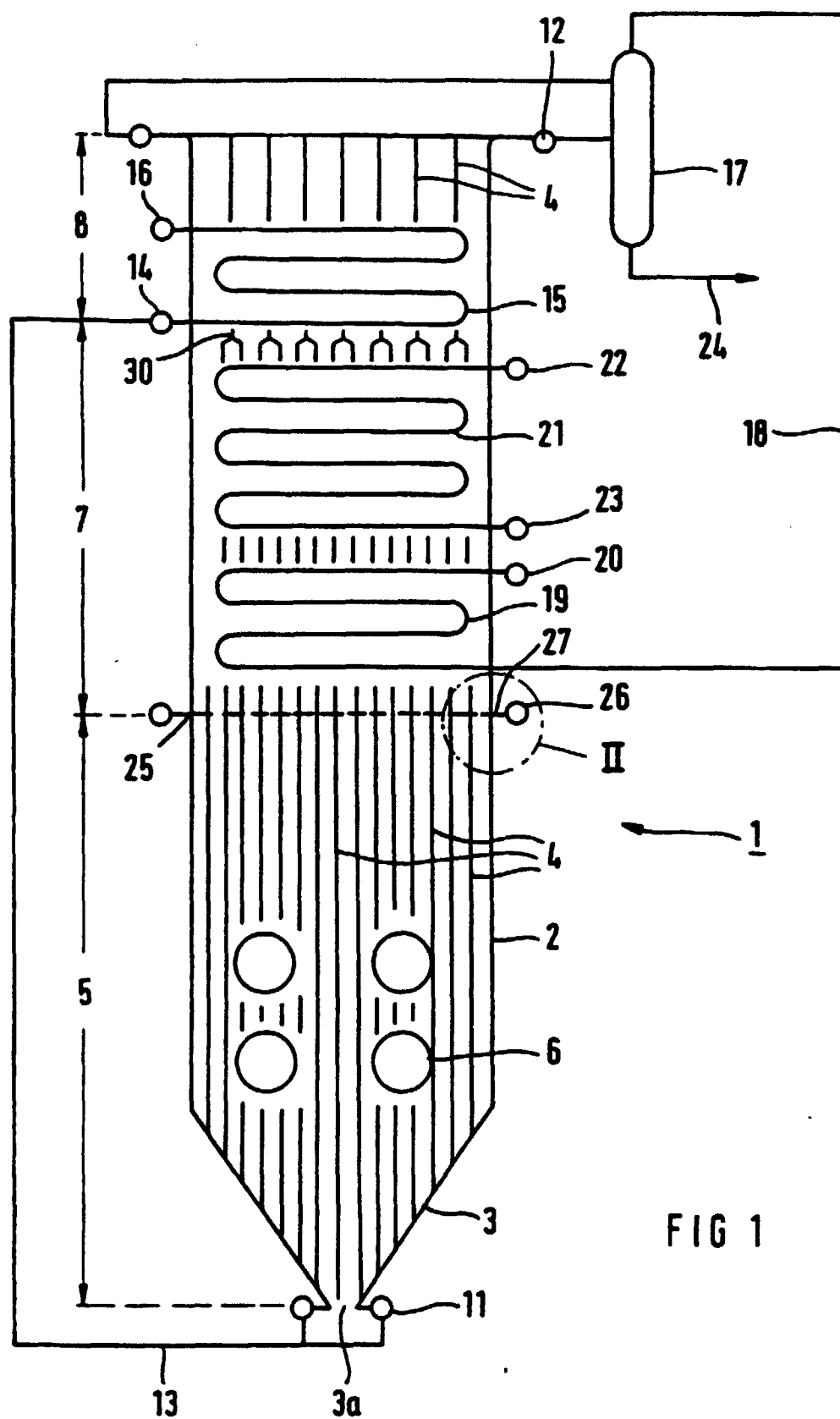


FIG 1

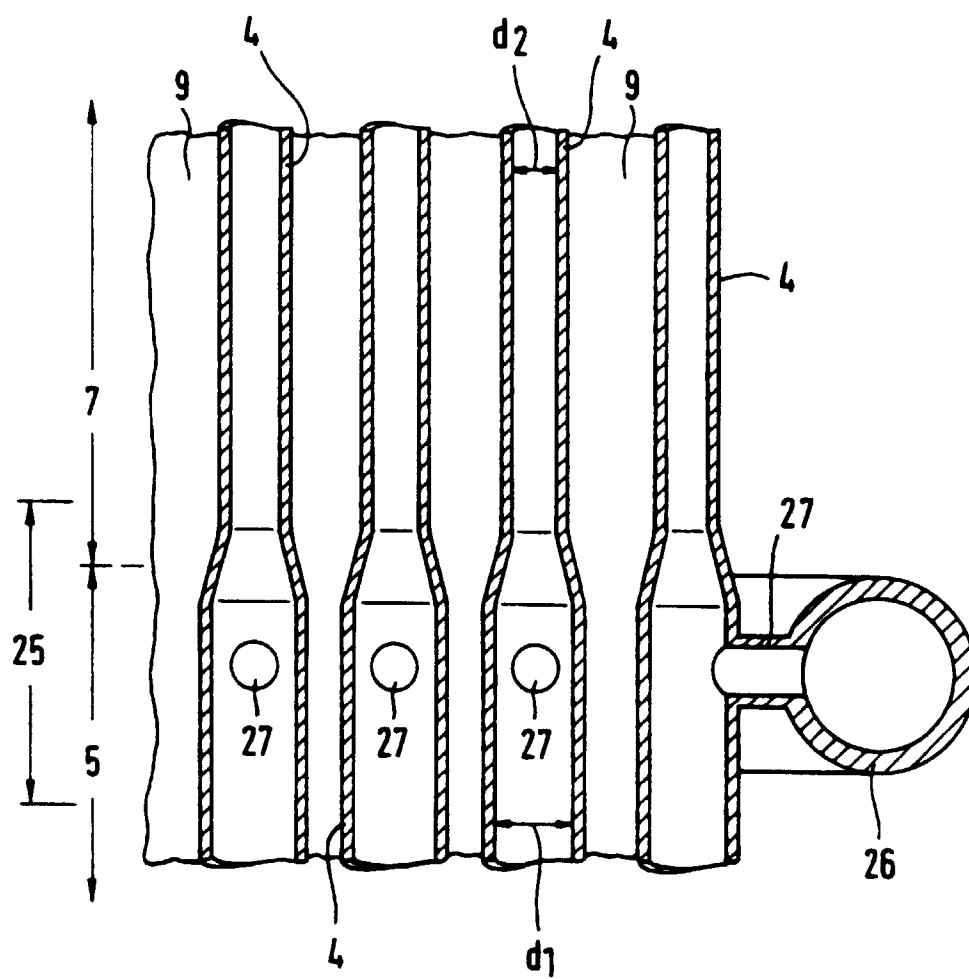


FIG 2