



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer : **0 068 301 B2**

⑫

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④ Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift :
04.09.91 Patentblatt 91/36

⑤ Int. Cl.⁵ : **F22B 31/00, F23C 11/02**

② Anmeldenummer : **82105260.2**

③ Anmeldetag : **16.06.82**

⑥ **Dampferzeuger mit zirkulierender atmosphärischer oder druckaufgeladener Wirbelschichtfeuerung.**

③ Priorität : **01.07.81 DE 3125849**

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
05.01.83 Patentblatt 83/01

⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
05.12.84 Patentblatt 84/49

⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Entscheidung über den Einspruch :
04.09.91 Patentblatt 91/36

⑧ Benannte Vertragsstaaten :
AT DE FR GB IT NL SE

⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 017 657
VGB KRAFTWERKSTECHNIK, Nr. 60, Heft 5,
Mai 1980, Seiten 366-376 E. BITTERLICH: "Die
Wirbelschicht-Technologie als Prozess zur
umweltfreundlichen Energie-Erzeugung"

⑥ Entgegenhaltungen :
Vorträge des Seminars "Umweltfreundliche
Kraftwerkstechnologie für Kohlekraftwerke",
veranstaltet von der Projektleitung Energie-
forschung der Kernforschungsanlage Jülich
GmbH von 6. bis 9. Oktober 1980: a) Die zirku-
lierende atmosphärische Wirbelschicht, eine
Feuerungstechnologie für umweltfreundliche
Kraftwerke, Seiten 469-493 b) Verbrennung
minderwertiger Abfallkohle in der zirkulieren-
den Wirbelschicht, Seiten 456-468

⑦ Patentinhaber : **Deutsche Babcock Anlagen**
Aktiengesellschaft
Duisburger Strasse 375
W-4200 Oberhausen 1 (DE)

⑦ Erfinder : **Maintok, Karl-Heinz**
Alleestrasse 51a
W-4200 Oberhausen 1 (DE)

⑦ Vertreter : **Müller, Jürgen, Dipl.-Ing.**
Deutsche Babcock AG Lizenz- und
Patentabteilung Duisburger Strasse 375
W-4200 Oberhausen 1 (DE)

EP 0 068 301 B2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Dampferzeuger mit zirkulierender atmosphärischer oder druckaufgeladener Wirbelschichtfeuerung bestehend aus Wirbelbrennkammer, Fließbettkühlern und Abhitzedampferzeuger, in denen Speisewasservorwärmer-, Verdampfer-, Überhitzer- und Zwischenüberhitzerheizflächen angeordnet sind, wobei die gesamte Verdampferheizfläche auf mehrere Teilflächen verteilt ist, von denen wenigstens eine in dem Fließbettkühler und in der Wirbelbrennkammer angeordnet ist.

Verfahren zur Durchführung von Prozessen in einer zirkulierenden atmosphärischen Wirbelschicht sind z.B. aus der DE-B Nr. 2539546 und der DE-A Nr. 2624302 bekannt. Sie bieten den Vorteil, dass neben den Verbrennungsrauchgasen ein zweites Wärmeträgermedium, das intern und extern umlaufende Bettmaterial, zu Wärmeübertragungszwecken zur Verfügung steht.

Bei einem Dampferzeuger mit einer zirkulierenden Wirbelschicht unter Atmosphärendruck sind in der Wirbelbrennkammer die gesamte Verdampferheizfläche, in dem sich an die Wirbelbrennkammer gasseitig anschliessenden Abhitzedampferzeuger die Überhitzer, die Zwischenüberhitzer und die Speisewasservorwärmer sowie in den Fließbettkühlern die weiteren Überhitzer und Zwischenüberhitzer untergebracht ("VGB Kraftwerkstechnik" (60), 1980, S. 366-376, Bild 12).

Die Erfindung geht von einem Dampferzeuger der eingangs genannten Art aus. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, diesen Dampferzeuger durch eine besondere, eine vorteilhafte Regelung des Dampferzeugers zulassende Ausbildung des Verdampfers zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die rohrseitig zuerst durchströmte Teilfläche der Verdampferheizfläche auf die geforderte Schwachlast des Dampferzeugers ausgelegt ist und die über die Schwachlast bis zur Vollast hinausgehende Verdampfungsenergie durch die übrigen Teilflächen übertragen wird.

Bei einem derart ausgebildeten Dampferzeuger ist eine Regelung in der Weise möglich, dass die in den Fließbettkühlern angeordneten Heizflächen bei steigender Last mit einer zunehmenden Menge und bei sinkender Last mit einer abnehmenden Menge an im Kreislauf geführten Feststoff aus der Wirbelschicht beaufschlagt werden. Die Heizflächen des erfindungsgemässen Dampferzeugers können nach dem Naturumlauf-, dem Zwangsumlauf- oder nach dem Zwangsdurchlaufprinzip durchströmt sein. Die konstruktive Ausführung und Verteilung der Verdampferheizflächen wird derart vorgenommen, dass die Kühlung und die Stabilität der Strömung gewährleistet sind und dass Schiefagen der Temperatur durch ungünstige Verteilung des Wasser/Dampf-Gemisches vermieden werden.

Die mit der Erfindung verbundenen Vorteile liegen darin, dass niedrigste Teillasten des Dampferzeugers möglich sind. Durch die Aufteilung der gesamten Verdampferheizfläche auf zwei oder mehr Teilheizflächen kann der Dampferzeuger gut geregelt werden. Etwaige Abweichungen in der Wärmeaufnahme der Verdampferheizflächen können leicht korrigiert werden, indem entweder nachträglich die Feststoffzufuhr zu dem Fließbettkühler verändert wird oder indem die gut zugänglichen Heizflächen im Fließbettkühler vergrössert oder verkleinert werden.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert.

Fig. 1 und 2 zeigen das Anlagenschema je eines erfindungsgemässen Dampferzeugers mit zirkulierender Wirbelschichtfeuerung.

Der Dampferzeuger umfasst eine Wirbelbrennkammer 1, der über eine Leitung 2 ein Kohle/Kalk-Gemisch und über Bodendüsen 3 oder seitliche Einblasung Primärverbrennungsluft zugeführt werden. Das Kohle/Kalk-Gemisch kann auch mittels eines Primärluftstromes direkt eingeblasen werden. Oberhalb der Gemischeinbringung erfolgt über Seitendüsen 18 die Zugabe von Sekundärverbrennungsluft.

Die mit dem Gas aus der Wirbelbrennkammer 1 ausgetragenen Feststoffe, das ist im wesentlichen Asche, werden in einem Rückführungszyklon 4 abgeschieden. An den Rückführungszyklon 4 schliessen sich zwei parallelgeschaltete Feststoffleitungen 5 und 6 an, die in die Wirbelschichtbrennkammer 1 münden. In der einen Feststoffleitung 6 ist ein Fließbettkühler 7 vorgesehen, vor dessen Feststoffeintritt ein Regelorgan 8 angeordnet ist. Die abgeschiedenen Feststoffe werden entweder direkt über die Feststoffleitung 5 oder über den Fließbettkühler 7 der Wirbelbrennkammer 1 zugeführt. Über das Regelorgan 8 kann die durch den Fließbettkühler 5 fließende Feststoffmenge eingestellt werden.

Das aus dem Rückführungszyklon 4 austretende Gas wird nach Durchströmen eines weiteren, nicht dargestellten Abscheiders einem Abhitzedampferzeuger 9 zugeführt. In dem Abhitzedampferzeuger 9 sind als Nachschaltheizflächen Speisewasservorwärmer 10 und Überhitzer 11 angeordnet.

Die Gesamtverdampferheizfläche des Dampferzeugers ist nach Fig. 1 auf zwei Teilflächen verteilt, von denen eine als Heizfläche 13 in dem Fließbettkühler 7 und die andere als Heizfläche 12 in der Wirbelbrennkammer 1 untergebracht sind. Diese Heizfläche 12 kann als Bündelheizfläche ausgebildet sein, die in die Wirbelschicht eintaucht. Die Heizfläche 12 kann durch die gekühlten Rohrwände der Wirbelbrennkammer dargestellt sein.

Nach Fig. 1 ist die in der Wirbelbrennkammer 1 angeordnete Heizfläche 12 als erster Verdampfer geschaltet und mit dem Speisewasservorwärmer 10

verbunden. Die Grösse der zuerst durchströmten Verdampferheizfläche, also der Heizfläche 12, ist auf die geforderte Schwachlast des Dampferzeugers derart ausgelegt, dass Kühlung und Stabilität gewährleistet sind, und Schiefagen der Temperatur durch ungünstige Verteilung des Wasser/Dampf-Gemisches in den Rohren der Heizfläche 12 vermieden werden. Im Schwachlastfall wird die notwendige Verdampfungsenergie allein über die Heizfläche 12 übertragen.

Die für Vollast über die Schwachlast hinaus notwendige Wärmeübertragungsfläche ist als Heizfläche 13 in dem Fließbettkühler 7 untergebracht. Die Heizfläche 13 kann als Rohrbündel oder als gasdicht verschweisste Rohrwand ausgebildet sein. Die Grösse dieser Heizfläche 13 kann durch Entfernen oder durch Hinzufügen von Heizfläche in einfacher Weise verkleinert oder vergrößert werden. Bei Schwachlast ist die Heizfläche 13 im Fließbettkühler 7 durchströmt, ohne dass Wärme übertragen wird. Durch die Anordnung von Bypassleitungen 19 können die Verdampferheizflächen unabhängig voneinander modifiziert werden. Der in der Heizfläche 12 der Wirbelschichtbrennkammer 1 erzeugte Dampf gelangt nach Durchströmen der Heizfläche 13 des Fließbettkühlers 7 in den Überhitzer 11. Der so überhitzte Dampf wird einer nicht dargestellten Hochdruckturbine zugeführt.

Der Fließbettkühler 7 ist in seinem Boden mit einem Anschluss 14 für die Zuführung eines Fluidisierungs-gases versehen. Der bei geöffnetem Regelorgan 8 in den Fließbettkühler 7 gelangende Feststoff wird durch das Gas fluidisiert und kann seine Wärme auf die Heizfläche 13 übertragen. Die auf die Heizfläche 13 zu übertragende Wärme wird durch die Menge des Feststoffes in der Weise geregelt: bei steigender Last des Dampferzeugers wird die Feststoffmenge erhöht und bei sinkender Last verringert. Damit können alle Bereiche zwischen Schwachlast und Vollast eingestellt werden.

Nach Fig. 1 sind die Heizflächen 12, 13 des Verdampfers hintereinander geschaltet. Diese Serienschaltung wird dann angewendet, wenn der Dampferzeuger nach dem Zwangsdurchlaufprinzip betrieben wird.

In der Fig. 2 ist der gleiche Dampferzeuger dargestellt, jedoch sind in diesem Fall die Verdampferheizflächen parallel geschaltet. Diese Parallelschaltung wird insbesondere bei einem Betrieb des Dampferzeugers nach dem Naturumlauf- oder dem Zwangsumlaufprinzip vorzusehen sein.

In die Fig. 2 ist auch der Fall eingezeichnet, bei dem eine weitere Verdampferheizfläche als Heizfläche 20 in dem Abhitzedampferzeuger 9 vorgesehen ist. Diese Möglichkeit kommt insbesondere dann in Betracht, wenn eine heizwertarme Kohle in der Wirbelschichtbrennkammer 1 verbrannt wird. Unter Einschluss dieser Heizfläche 20 können beim Vorhandensein von zwei Verdampferheizflächen diese zusätzlich

zu der in Fig. 1 dargestellten Möglichkeit auch in der Wirbelschichtbrennkammer 1 und dem Abhitzedampferzeuger 9 oder in dem Kühler 7 und dem Abhitzedampferzeuger 9 angeordnet sein. Es ist auch möglich, drei Verdampferheizflächen vorzusehen und je eine in der Wirbelschichtbrennkammer 1, dem Kühler 7 und dem Abhitzedampferzeuger 9 anzuordnen.

Symmetrisch zu dem beschriebenen Rückführungszyklon 4 ist ein weiterer Rückführungszyklon 15 mit Feststoffleitungen 5 und 6 angeordnet. Der in dem weiteren Rückführungszyklon 15 abgeschiedene Feststoff wird einem zweiten Fließbettkühler 16 zugeführt, der unabhängig von dem beschriebenen Fließbettkühler 7 betrieben wird. In dem zweiten Fließbettkühler 16 können die Heizflächen für eine einfache oder zweifache Zwischenüberhitzung 17 angeordnet sein. Die Temperatur des zwischenüberhitzten Dampfes wird allein durch die Menge des zugeführten Feststoffes geregelt. Die bei herkömmlichen Dampferzeugern notwendige Temperaturregung durch Wassereinspritzung in den Dampf kann dadurch entfallen.

Die Erfindung ist an Hand einer zirkulierenden atmosphärischen Wirbelschichtfeuerung erläutert worden. Sie kann aber auch für eine zirkulierende druckaufgeladene Wirbelschichtfeuerung angewendet werden.

Patentansprüche

1. Dampferzeuger mit zirkulierender atmosphärischer oder druckaufgeladener Wirbelschichtfeuerung bestehend aus Wirbelschichtbrennkammer (1), Fließbettkühlern (7, 16) und Abhitzedampferzeuger (9), in denen Speisewasservorwärmer- (10), Verdampfer- (12, 13), Überhitzer- (11) und Zwischenüberhitzerheizflächen (17) angeordnet sind, wobei die gesamte Verdampferheizfläche (12, 13) auf mehrere Teilflächen verteilt ist, von denen wenigstens eine in dem Fließbettkühler (7) und in der Wirbelschichtbrennkammer (1) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die rohrrseitig zuerst durchströmte Teilfläche der Verdampferheizfläche auf die geforderte Schwachlast des Dampferzeugers ausgelegt ist und die über die Schwachlast bis zur Vollast hinausgehende Verdampfungsenergie durch die übrigen Teilflächen (13) übertragen wird.

2. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Teilfläche (20) der Verdampferheizfläche in dem Abhitzedampferzeuger (9) angeordnet ist.

3. Dampferzeuger nach Anspruch 1 oder nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Betrieb des Dampferzeugers nach dem Zwangsdurchlaufprinzip die Teilflächen der Verdampferheizfläche rohrrseitig hintereinander geschaltet sind.

4. Dampferzeuger nach Anspruch 1 oder nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Betrieb des Dampferzeugers nach dem Naturumlauf- oder Zwangsumlaufprinzip die Teilflächen der Verdampferheizfläche rohrrseitig parallel geschaltet sind.

5. Dampferzeuger nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu jeder der Teilflächen (12, 13, 20) der Verdampferheizflächen eine absperrbare Bypassleitung (19) vorgesehen ist.

6. Dampferzeuger nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in einem der Fließbettkühler (16) ausschliesslich Heizflächen für eine einfache bzw. zweifache Zwischenüberhitzung (17) angeordnet ist.

Claims

1. Steam generator with circulating atmospheric or pressurized fluidized bed combustion system consisting of fluidized bed combustor (1), entrained bed coolers (7, 16) and waste heat steam generator (9) in which feedwater heater (10), evaporator (12, 13), superheater (11) and reheater (17) heating surfaces are arranged, the complete evaporator heating surface (12, 13) being divided into several surface sections of which at least one is arranged in the entrained bed cooler (7) and in the fluidized bed combustor (1), **characterized** in that the surface section of the evaporator surface through whose tubes the medium passes first is designed for the required low load and that the energy of evaporation exceeding the low load up to full load is transferred by the other surface sections (13).

2. Steam generator according to Claim 1, **characterized** in that another surface section (20) of the evaporator surface is arranged in the waste heat steam generator (9).

3. Steam generator according to Claims 1 or 1 and 2, **characterized** in that - when operating the steam generator on the once-through forced flow principle - the surface sections of the evaporator heating surface are arranged in series with regard to the medium flowing through the tubes.

4. Steam generator according to Claims 1 or 1 and 2, **characterized** in that - when operating the steam generator on the natural circulation or once-through forced flow principle - the surface sections of the evaporator heating surface are connected in parallel with regard to the medium flowing through the tubes.

5. Steam generator according to one or several of Claims 1 to 4, **characterized** in that a bypass line (19) capable of being shut off is arranged in parallel to each of the surface sections (12, 13, 20) of the evaporator surfaces.

6. Steam generator according to one or several of Claims 1 to 5, **characterized** in that in one of the entrained bed coolers (16) exclusively heating surfaces for single or double reheat (17) are arranged.

Revendications

1. Générateur de vapeur avec chauffe atmosphérique ou pressurisée à lit fluidisé en circulation, comprenant la chambre de combustion à lit fluidisé (1), les réfrigérants à lit fluide (7, 16) et le générateur de vapeur par chaleur de récupération (9), dans lesquels sont disposées les surfaces de chauffe du réchauffeur d'eau d'alimentation (10), du vaporisateur (12, 13), du surchauffeur (11) et du resurchauffeur (17), l'ensemble de la surface de chauffe du vaporisateur (12, 13) étant réparti sur plusieurs surfaces partielles, dont au moins une est disposée dans le réfrigérant à lit fluide (7) et dans la chambre de combustion à lit fluidisé (1), **caractérisé** par le fait que la surface partielle de la surface de chauffe du vaporisateur dont les tubes sont parcourus les premiers est conçue pour la faible charge exigée du générateur de vapeur et que l'énergie d'évaporation dépassant la faible charge et allant jusqu'à la pleine charge est transmise par les autres surfaces partielles (13).

2. Générateur de vapeur conformément à la revendication 1, **caractérisé** par le fait qu'une autre surface partielle (20) de la surface de chauffe du vaporisateur est disposée dans le générateur de vapeur par chaleur de récupération (9).

3. Générateur de vapeur conformément aux revendications 1 ou 1 et 2, **caractérisé** par le fait qu'en cas de marche du générateur de vapeur selon le principe de la circulation forcée en circuit ouvert, les surfaces partielles de la surface de chauffe du vaporisateur sont disposées les unes après les autres par rapport au fluide parcourant les tubes.

4. Générateur de vapeur conformément aux revendications 1 ou 1 et 2, **caractérisé** par le fait qu'en cas de marche du générateur de vapeur selon le principe de la circulation naturelle ou selon le principe de la circulation forcée, les surfaces partielles de la surface de chauffe du vaporisateur sont disposées en parallèle par rapport au fluide parcourant les tubes.

5. Générateur de vapeur conformément à une ou plusieurs des revendications 1 à 4, **caractérisé** par le fait qu'il est prévu, en parallèle à chacune des surfaces partielles (12, 13, 20) de la surface de chauffe du vaporisateur, une conduite de contournement (19) pouvant être sectionnée.

6. Générateur de vapeur conformément à une ou plusieurs des revendications 1 à 5, **caractérisé** par le fait que, dans l'un des réfrigérants à lit fluide (16), ne sont disposées qu'exclusivement les surfaces de chauffe pour une simple resp. double resurchauffe (17).

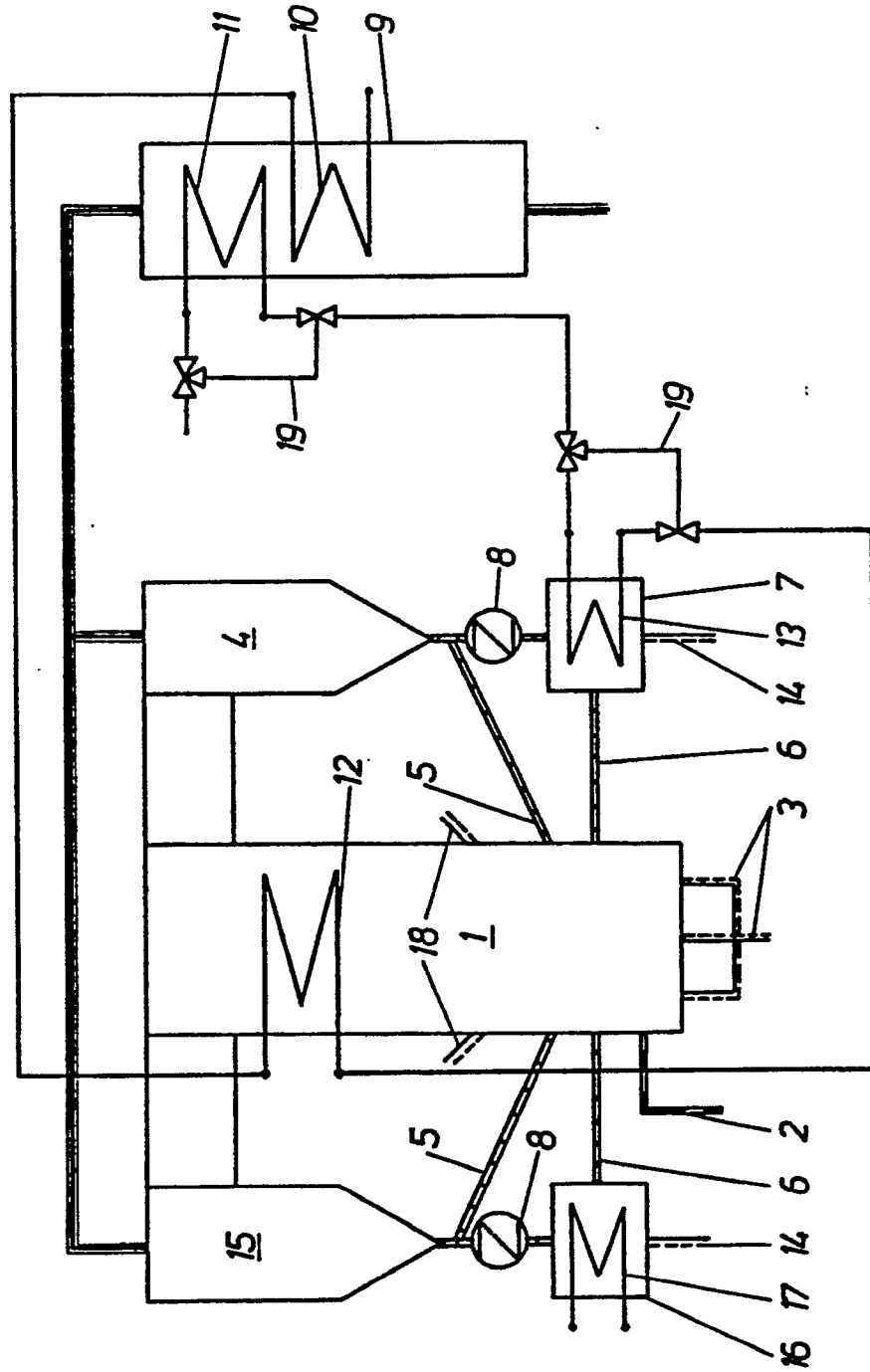


Fig. 1

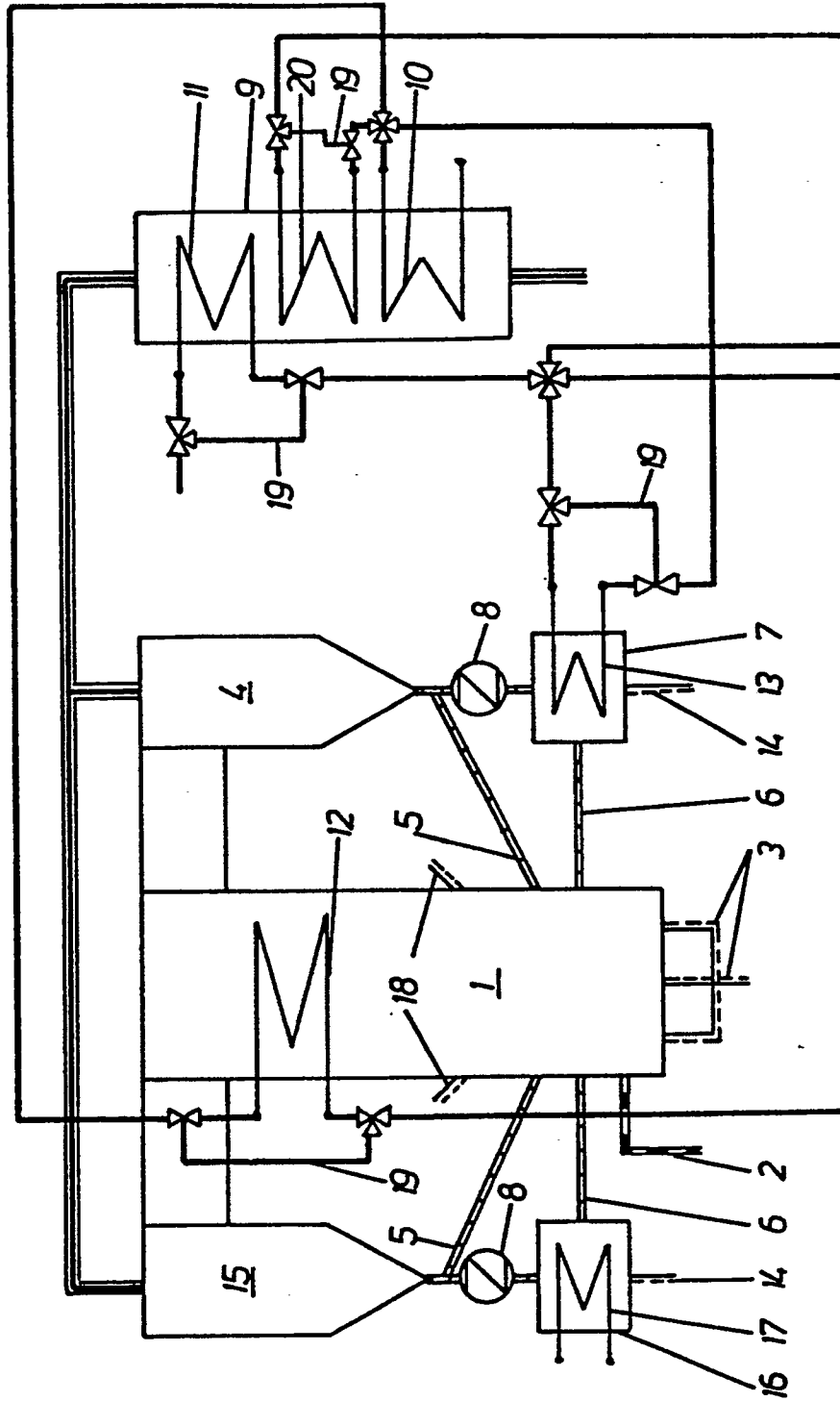


Fig. 2