

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 810 414 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
10.04.2002 Patentblatt 2002/15

(51) Int Cl.7: **F28D 7/10**, F28F 9/02,
C10G 9/00

(21) Anmeldenummer: **97107608.8**

(22) Anmeldetag: **09.05.1997**

(54) **Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas**

Heat exchanger for cooling cracked gases

Echangeur de chaleur pour le refroidissement de gaz de craquage

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB IT NL

(30) Priorität: **01.06.1996 DE 19622139**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.1997 Patentblatt 1997/49

(73) Patentinhaber: **Borsig GmbH**
13507 Berlin (DE)

(72) Erfinder: **Brücher, Peter**
16515 Oranienburg (DE)

(74) Vertreter: **Radünz, Ingo, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt,
Schumannstrasse 100
40237 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 4 445 687 **EP-B- 0 718 579**
AT-B- 304 595 **AT-B- 361 953**
DD-A- 120 283 **DE-A- 3 028 563**
US-A- 3 791 326

EP 0 810 414 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas.

[0002] Das Spaltgas wird durch eine thermische Spaltung von Kohlenwasserstoffen in einem Spaltofen erzeugt. Diese Spaltöfen sind mit einer Anzahl von außen beheizten Spaltrohren versehen, durch die die eingesetzten Kohlenwasserstoffen unter Zusatz von Wasserdampf geführt werden. Das erzeugte Spaltgas verläßt die Spaltrohre mit einer Temperatur von etwa 800 bis 850°C und muß zur Stabilisierung seiner molekularen Zusammensetzung sehr schnell abgekühlt werden. Dies erfolgt in Spaltgaskühlern durch eine Wärmeübertragung von dem Spaltgas an verdampfendes, unter einem hohen Druck stehendes Wasser.

[0003] In der EP-B-0 718 579, ein Stand der Technik gemäß Art. 54(3) EPÜ, ist ein Wärmetauscher vorgeschlagen worden, bei dem das die Wasserkammer bildende streifenförmige Stück ein durchgehendes Bauteil ist. Diese Anordnung hat sich bewährt. Es können jedoch dann Schwierigkeiten auftreten, wenn aus konzeptionellen Gründen der Abstand der Rohre des Spaltofens, auf den der Abstand der Rohre des Wärmetauschers abgestimmt werden soll, sehr gering ist. von einem bestimmten Rohrabstand abwärts ist keine volle Zugänglichkeit mehr gewährleistet, um die Rohre in die Wasserkammer einschweißen zu können.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen derartigen Wärmetauscher so zu gestalten, daß ein geringer Rohrabstand eingehalten werden kann und daß eine verbesserte Reparatur- und Wartungsmöglichkeit besteht.

[0005] Diese Aufgabe wird bei erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher können die einzelnen Abschnitte des streifenförmigen Stückes jeweils für sich mit dem betreffenden Doppelrohrelement verschweißt werden, wodurch eine allseitige Zugänglichkeit gegeben ist. Dabei kann im Extremfall die Länge eines Abschnittes dem Außendurchmesser des Außenrohres entsprechen. Die Rohre können auf diese Weise beliebig eng benachbart sein. Nach der Bestückung mit dem jeweiligen Doppelrohrelement werden die Abschnitte zur Bildung eines in sich steifen Moduls miteinander verbunden. Begünstigt wird die erfindungsgemäße Aufteilung des streifenförmigen Stückes in einzelne Abschnitte dadurch, daß jedes Doppelrohrelement mit einer eigenen Zu- und Abführung für das Kühlmittel versehen ist. Dies bringt den weiteren Vorteil mit sich, daß die Abschnitte nachträglich zusammen mit dem betreffenden Doppelrohrelement abgetrennt und zu Reparatur oder Wartungszwecken entfernt werden. Als Verbindung zwischen den Abschnitten kann eine Schweiß-, eine Schraub- oder eine Steckverbindung dienen, die sich ausschließlich in der Längs-

richtung der Kühlrohre erstrecken. Diese Verbindung läßt sich später in einfacher Weise wieder trennen.

[0007] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 perspektivisch einen Spaltgaskühler,
- Fig. 2 den Längsschnitt durch einen Spaltgaskühler im Bereich der unteren Wasserkammer,
- Fig. 3 die Draufsicht auf Fig. 2 und
- Fig. 4 die Draufsicht auf Fig. 2 gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0008] In einem Spaltofen wird durch Umsetzung von Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf ein Spaltgas erzeugt. Der Spaltofen ist mit Spaltrohren 2 versehen, die von außen beheizt und von dem Einsatzstoff durchströmt sind. Das die Spaltrohre 2 mit einer Temperatur von 800 bis 850 °C verlassende Spaltgas tritt direkt in einen Spaltgaskühler 3 ein, der in unmittelbarer Nähe oberhalb des Spaltofens angeordnet ist. In diesem Spaltgaskühler 3 wird die molekulare Zusammensetzung des Spaltgases durch eine schroffe Abkühlung im Wärmetausch mit verdampfendem, unter hohem Druck stehenden Wasser stabilisiert.

[0009] Der Spaltgaskühler 3 besteht aus mehreren Kühlrohren 4, die so in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind, daß jedes Kühlrohr 4 einem Spaltrohr 2 zugeordnet ist und in dessen axialer Verlängerung verläuft. Die Innendurchmesser von Spaltrohr 2 und Kühlrohr 4 sind, wie dargestellt, üblicherweise gleich groß. Die Kühlrohre 4 münden in eine Gassammelleitung 5 ein. Jedes Kühlrohr 4 ist unter Bildung eines ringförmigen Zwischenraumes von einem Außenrohr 6 umgeben. An beiden Enden der Außenrohre 6 sind Wasserkammern 7, 8 für die Zuführung und Abführung des Kühlmediums vorgesehen.

[0010] Das austrittsseitige Ende eines jeden Spaltrohres 2 ist gabelförmig aufgeweitet. Auf diese Weise entsteht ein innerer, die Verlängerung des Spaltrohres 2 bildender Rohrabschnitt 9 und ein äußerer Rohrabschnitt 10, die beide an einem Ende miteinander verbunden sind. Der äußere Rohrabschnitt 10 ist an die untere Wasserkammer 7 angeschweißt. Der innere Rohrabschnitt 9 des Spaltrohres 2 steht in einem geringen axialen Abstand dem Kühlrohr 4 gegenüber. Der Zwischenraum zwischen dem inneren Rohrabschnitt 9 und dem äußeren Rohrabschnitt 10 ist mit einer Schicht 17 aus einem wärmeisolierenden Material ausgefüllt.

[0011] Die Wasserkammer 7, 8 ist aus einem massiven, streifenförmigen Stück gefertigt, das in einzelnen Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 aufgeteilt ist. Die Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 weisen jeweils eine Vorderwand 20, eine Rückwand 21 und zwei Seitenwände 22 auf. In jedem Abschnitt 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 ist eine im Querschnitt kreisförmige Vertiefung 11 eingearbeitet, der jeweils ein Kühlrohr 4 zugeordnet ist. Das Außenrohr 6 ist auf der dem Spaltrohr 2 abgewand-

ten Seite an die Wasserkammer 7 angeschweißt. Dabei stimmt an der Einschweißstelle der Innendurchmesser des Außenrohres 6 mit dem Durchmesser der Vertiefung 11 überein. Die Vertiefung 11 kann durchgehend diesen Durchmesser aufweisen. Im mittleren Bereich kann die Vertiefung 11 auch verbreitert sein, wobei der Durchmesser der Vertiefung 11 etwa um die Breite des Zwischenraumes zwischen dem Kühlrohr 4 und dem Außenrohr 6 größer sein kann als der Innendurchmesser des Außenrohres 6.

[0012] Die Vertiefung 11 ist so tief in das die Wasserkammer 7, 8 bildende Stück eingearbeitet, daß ein ringförmiger Boden 12 mit einer geringen Restwanddicke verbleibt. In diesen Boden 12 ist das Kühlrohr 4 eingeschweißt. Die Fläche des ringförmigen Bodens 12 ist begrenzt durch den Außendurchmesser des Kühlrohres 4 und den Durchmesser der Vertiefung 11.

[0013] In jede Vertiefung 11 mündet in der Höhe des Bodens 12 vorzugsweise tangential eine Bohrung 13 hinein. Die Bohrungen 13 sind jeweils über einen Verbindungsstutzen 14 mit einer Zuführungsleitung 15 für das Kühlmedium verbunden. Das Kühlmedium tritt durch die Bohrung 13 mit hoher Geschwindigkeit in die Vertiefung 11 ein und erzeugt eine rotierende Strömung um das Kühlrohr 4. Diese Strömung sorgt für eine gute Kühlung des Bodens 12 der Vertiefung 11 und verhindert dadurch eine Ablagerung von Partikeln auf dem Boden 12, die zu einer schädlichen örtlichen Überhitzung führen würde.

[0014] Die Vertiefung 11 ist mit einer weiteren Bohrung 16 versehen, die in Höhe des Bodens 12 nach außen geführt ist. Durch diese weitere Bohrung 16 können die Partikel, die sich in der Vertiefung 11 befinden und mit der Strömung des Kühlmediums rotieren während des Betriebes des Spaltgaskühlers 3 ausgeschleust werden. Zu diesem Zweck sind die weiteren Bohrungen 16 mit einer Leitung 18 verbunden. Diese Leitung 18 ist mit einem nicht gezeigten Abschlämmventil versehen. Durch ein kurzzeitiges, schlagartiges Öffnen des Abschlämmventils kann Kühlmedium mit darin enthaltenen Partikeln abgezogen werden.

[0015] Das als Kühlmedium dienende unter hohen Druck stehende und über die Zuführungsleitung 15 in die Vertiefungen 11 der unteren Wasserkammer 7 eingespeiste Wasser durchströmt den Zwischenraum zwischen dem Kühlrohr 4 und dem Außenrohr 6. Dabei verdampft das Wasser im Wärmetausch mit dem die Kühlrohre 4 durchströmenden Spaltgas teilweise und tritt als Wasser/Sattdampf-Gemisch in die obere Wasserkammer 8 ein. Aus dieser wird das Wasser/Sattdampf-Gemisch einem nicht gezeigten Wasser-Dampf-Kreislauf zugeführt, an den auch die Zuführungsleitung 15 angeschlossen ist.

[0016] Die beschriebenen Bohrungen 13, 16 können als Inspektionsöffnungen benutzt werden, indem durch sie während eines Betriebsstillstandes ein Endoskop in die Vertiefung 11 eingeführt wird. Mit Hilfe dieser Endoskope läßt sich der Zustand der Vertiefung 11 überprü-

fen.

[0017] Wie erwähnt, besteht das die Wasserkammer 7, 8 bildende streifenförmige Stück aus einzelnen Abschnitten 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3, wobei jeder Abschnitt mit einer einzigen Vertiefung 11 versehen und mit einem einzigen Kühlrohr 4 und Außenrohr 6 verbunden ist. Die einzelnen Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 liegen mit den Seitenwänden 22 dicht nebeneinander und sind miteinander zu einem in sich steifen Modul verbunden.

[0018] Die Abschnitten 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 können miteinander verschraubt oder durch Verschweißen mit Hilfe von Schweißnähten 19 von beispielsweise 5 mm Dicke miteinander verbunden werden. Dabei sind vorzugsweise die die Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 verbindenden Schweißnähte 19 nur an den Stoßstellen der Vorderwände 20 und der Rückwände 21 der Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 vorgesehen, so daß sich die Schweißnähte 19 in der Längsrichtung der Kühlrohre 4 erstrecken.

[0019] Die Verbindung der Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 kann nachträglich getrennt werden, indem z. B. die Schweißnähte 19 durchtrennt werden. Nach einem Durchtrennen der zugehörigen Verbindungsstutzens 14 läßt sich der betreffende Abschnitt (z. B. 7.1 und 8.1) der Wasserkammern 7, 8 zusammen mit dem dazwischen liegenden Kühl- und Außenrohr aus dem Verband lösen und zu Reparatur- und Wartungszwecken entfernen.

[0020] Gemäß Fig. 4 sind die Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 über eine Steckverbindung miteinander verbunden. Diese Steckverbindung besteht jeweils aus einem Vorsprung 23, der mittig an eine Seitenwand 22 jedes Abschnittes 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 angeformt ist und sich in Längsrichtung der Kühlrohre 4 über die gesamte Höhe des Abschnittes erstreckt. Der Vorsprung 23 greift in eine der Kontur des Vorsprungs 23 angepaßte Ausnehmung 24 ein, die in der benachbarten Seitenwand 22 des jeweils folgenden Abschnittes eingebracht ist. Auf diese Weise ist eine Verschiebung der Abschnitte 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 gegeneinander quer zur Längsrichtung der Kühlrohre 4 verhindert. Eine Verschiebung in Längsrichtung der Kühlrohre 4 ist dadurch ausgeschlossen, daß die Kühlrohre außerhalb der aus den Abschnitten 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3 gebildeten Wasserkammer 7, 8 fixiert sind.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas mit mehreren Kühlrohren (4), die jeweils unter Bildung eines von einem Kühlmedium durchströmten Zwischenraumes von einem Außenrohr (6) umgeben sind, wobei Kühlrohr (4) und Außenrohr (6) an beiden Enden an je eine Wasserkammer (7, 8) zur Zuführung und Abführung des Kühlmediums angeschweißt sind, wobei die Wasserkammer (7, 8) aus einem massiven, streifenförmigen Stück besteht, in das in

5 einem Abstand voneinander kreisförmige Vertiefungen (11) eingebracht sind, wobei jede Vertiefung (11) ein einziges Kühlrohr (4) umgibt, der Durchmesser der Vertiefung (11) gleich dem oder größer als der Innendurchmesser des Außenrohres (6) ist und der Innendurchmesser des Außenrohres (6) mit dem Durchmesser der Vertiefung (11) an der Einschweißstelle des Außenrohres (6) an die Wasserkammer (7, 8) übereinstimmt, wobei die Vertiefung (11) im Bereich der Rohrenden der Kühlrohre (4) einen dünnen, ringförmigen Boden (12) mit einer geringen Restwanddicke aufweist, in den das Kühlrohr (4) eingeschweißt ist, wobei zur Zuführung bzw. Abführung des Kühlmediums in jede Vertiefung (11) eine durch die Seitenwand der Wasserkammer (7, 8) geführte Bohrung (13) einmündet, wobei das die Wasserkammer (7, 8) bildende streifenförmige Stück aus einzelnen trennbar miteinander verbundenen Abschnitten (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) besteht, in die jeweils eine einzige, ein Kühlrohr (4) umgebende Vertiefung (11) eingebracht ist und wobei sich die Verbindung zwischen den Abschnitten (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) in Längsrichtung der Kühlrohre (4) erstreckt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindung aus jeweils zwei Schweißnähten (19) besteht, die in den Stoßstellen der Vorderwände (20) und der Rückwände (21) benachbarter Abschnitten (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) verlaufen.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindung aus einem Vorsprung (23) besteht, der an eine Seitenwand (22) eines Abschnittes (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) angeformt ist und der in eine dem Vorsprung (23) angepaßte Ausnehmung (24) eingreift, die in der benachbarten Seitenwand (22) des folgenden Abschnittes (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) eingebracht ist.

Claims

1. Heat exchanger for cooling cracked gas, comprising several cooling tubes (4), which are each surrounded by an outer tube (6) with formation of an intermediate space flowed through by a coolant, wherein cooling tube (4) and outer tube (6) are welded at both ends to a respective water chamber (7, 8) for the feed and discharge of the coolant, wherein the water chamber (7, 8) consists of a solid, strip-shaped member in which mutually spaced-apart circular recesses (11) are formed, wherein each recess (11) surrounds a individual cooling tube (4), the diameter of the recess (11) is equal to or greater than the inner diameter of the outer tube (6) and the inner diameter of the outer tube (6) corre-

sponds with the diameter of the recess (11) at the welding location of the outer tube (6) to the water chamber (7, 8), wherein the recess (11) has in the region of the tube ends of the cooling tube (4) a thin, annular base (12) with a small residual wall thickness, in which the cooling tube (4) is welded, wherein a bore (13) led through the side wall of the water chamber (7, 8) opens into each recess (11) for the feed or discharge of the coolant, wherein the strip-shaped member forming the water chamber (7, 8) consists of individual sections (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3), which are separably connected together and in each of which there is formed an individual recess (11) surrounding a cooling tube (4), and wherein the connection between the sections (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) extends in the longitudinal direction of the cooling tubes (4).

2. Heat exchanger according to claim 1, **characterised in that** the connection consists of two respective weld seams (19) which extend in the butt-joint locations of the front walls (20) and the rear walls (21) of adjacent sections (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3).
3. Heat exchanger according to claim 1, **characterised in that** the connection consists of a projection (23) which is integrally formed at a side wall (22) of a section (7.1 to 8.3) and which engages in a recess (24), which is matched to the projection (23) and which is formed in the adjacent side wall (22) of the following section (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3).

Revendications

1. Échangeur thermique pour le refroidissement de gaz de craquage comprenant plusieurs tubes de refroidissement (4), qui sont entourés chacun d'un tube externe (6) en formant un espace intermédiaire balayé par un agent réfrigérant, le tube de refroidissement (4) et le tube externe (6) étant soudés à chacune des deux extrémités à un compartiment d'eau (7, 8) pour l'arrivée et l'évacuation de l'agent réfrigérant, le compartiment d'eau (7, 8) étant constitué par une pièce massive en forme de bande, dans laquelle sont pratiquées à distance les unes des autres des cavités (11) circulaires, chaque cavité (11) entourant un tube de refroidissement (4) unique, le diamètre de la cavité (11) étant égal ou supérieur au diamètre intérieur du tube externe (6) et le diamètre intérieur du tube externe (6) coïncidant avec le diamètre de la cavité (11) à l'emplacement de soudage du tube externe (6) sur le compartiment d'eau (7, 8), la cavité (11) présentant, dans la zone des extrémités des tubes de refroidissement (4), un mince fond annulaire (12) d'une faible épaisseur de paroi résiduelle, dans lequel est soudé le tube de refroidissement (4), un alésage (13), guidé au tra-

vers de la paroi latérale du compartiment d'eau (7, 8), débouchant dans chaque cavité (11) pour l'arrivée ou l'évacuation de l'agent réfrigérant, la pièce en forme de bande formant le compartiment d'eau (7, 8) se composant de sections individuelles (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3), mutuellement assemblées de façon séparable, et dans chacune desquelles est pratiquée une cavité unique (11) entourant un tube de refroidissement (4), et la liaison entre les sections (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) s'étendant dans la direction longitudinale des tubes de refroidissement (4).

2. Échangeur thermique suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la liaison se compose à chaque fois de deux cordons de soudure (19), qui s'étendent dans les emplacements de joint des parois avant (20) et des parois arrière (21) de sections adjacentes (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3).

3. Échangeur thermique suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la liaison est constituée par une saillie (23), conformée sur une paroi latérale (22) d'une section (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3) et qui s'engage dans un creux (24), adapté à la saillie (23) et pratiqué dans la paroi latérale adjacente (22) de la section suivante (7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3).

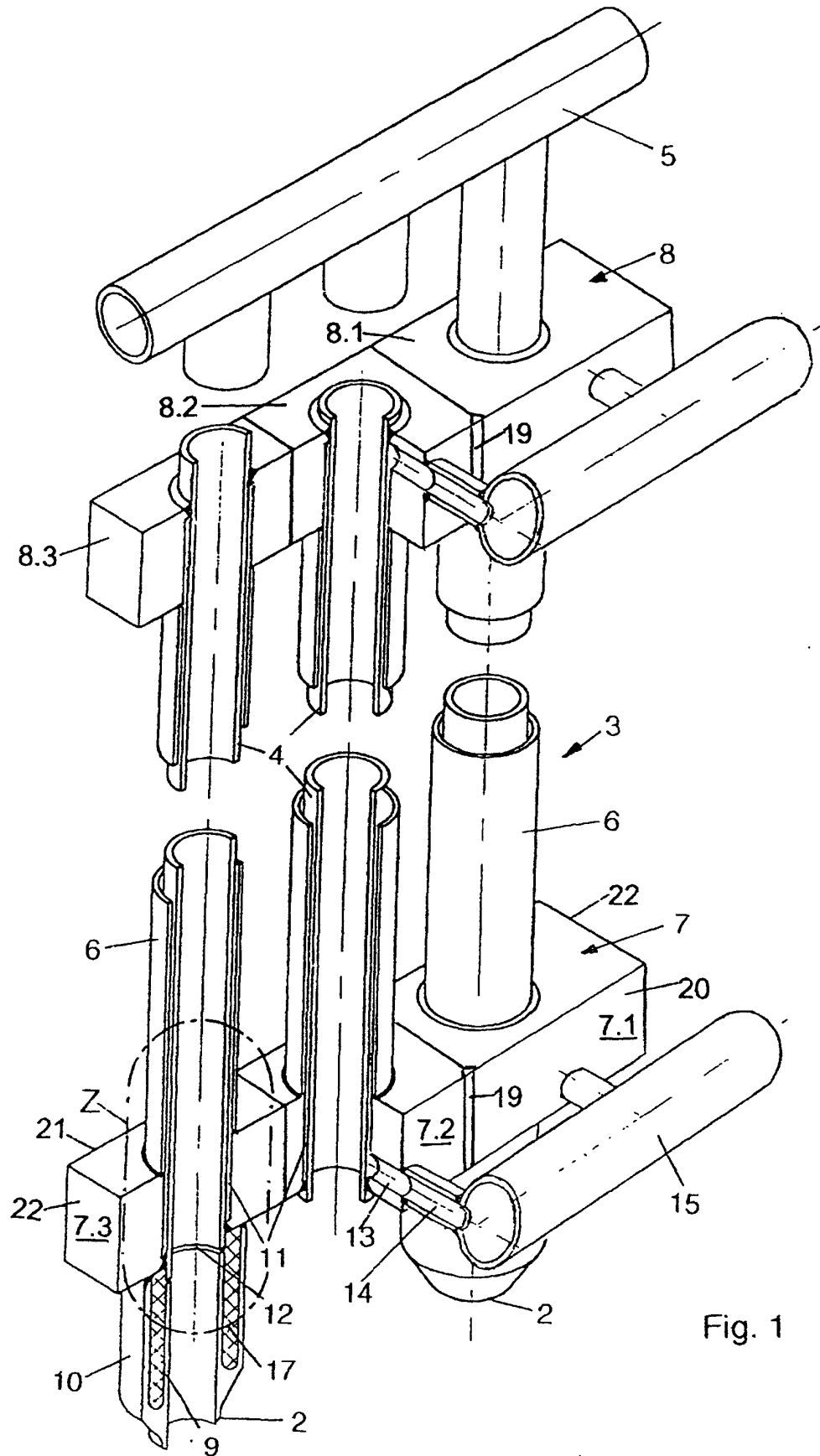


Fig. 1

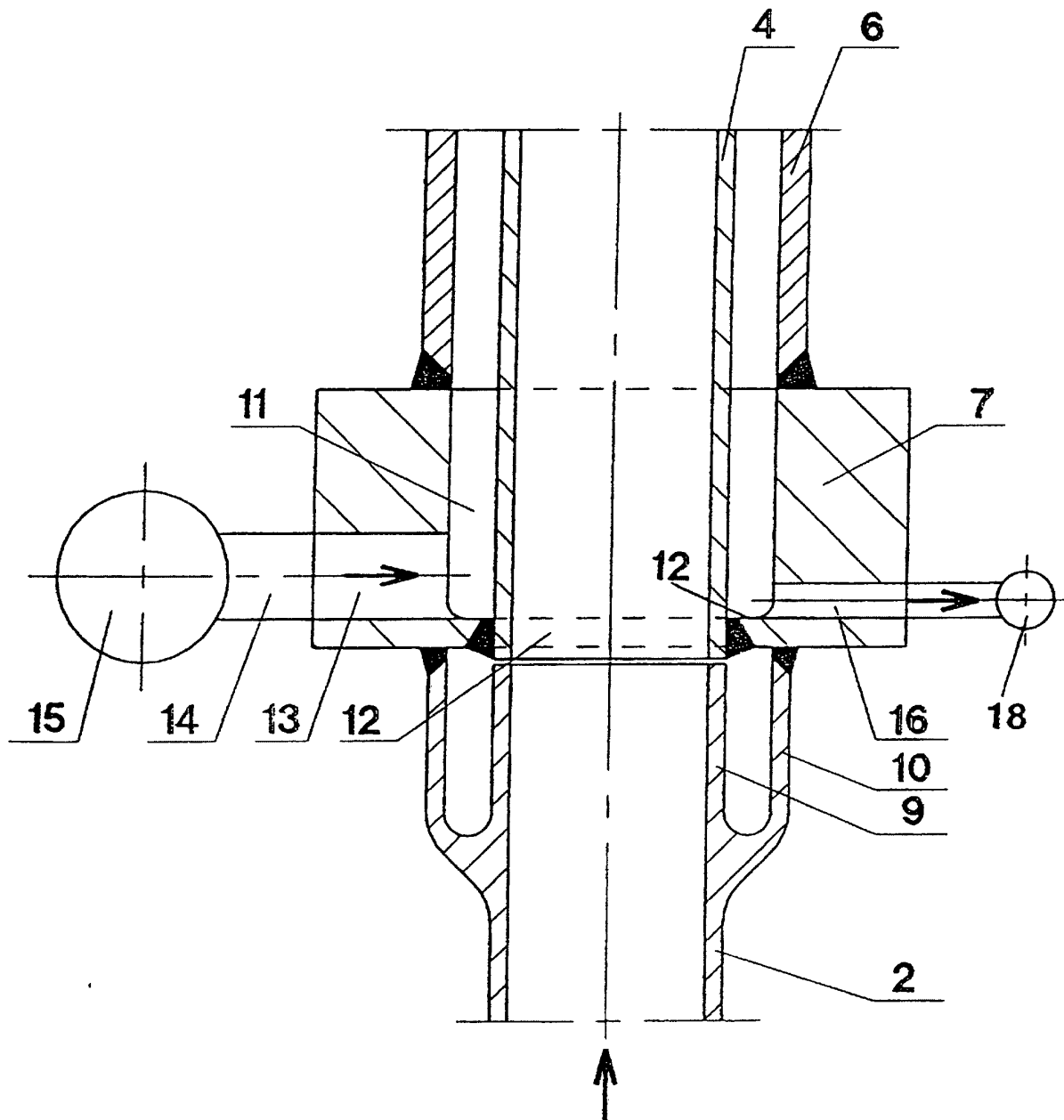


Fig. 2

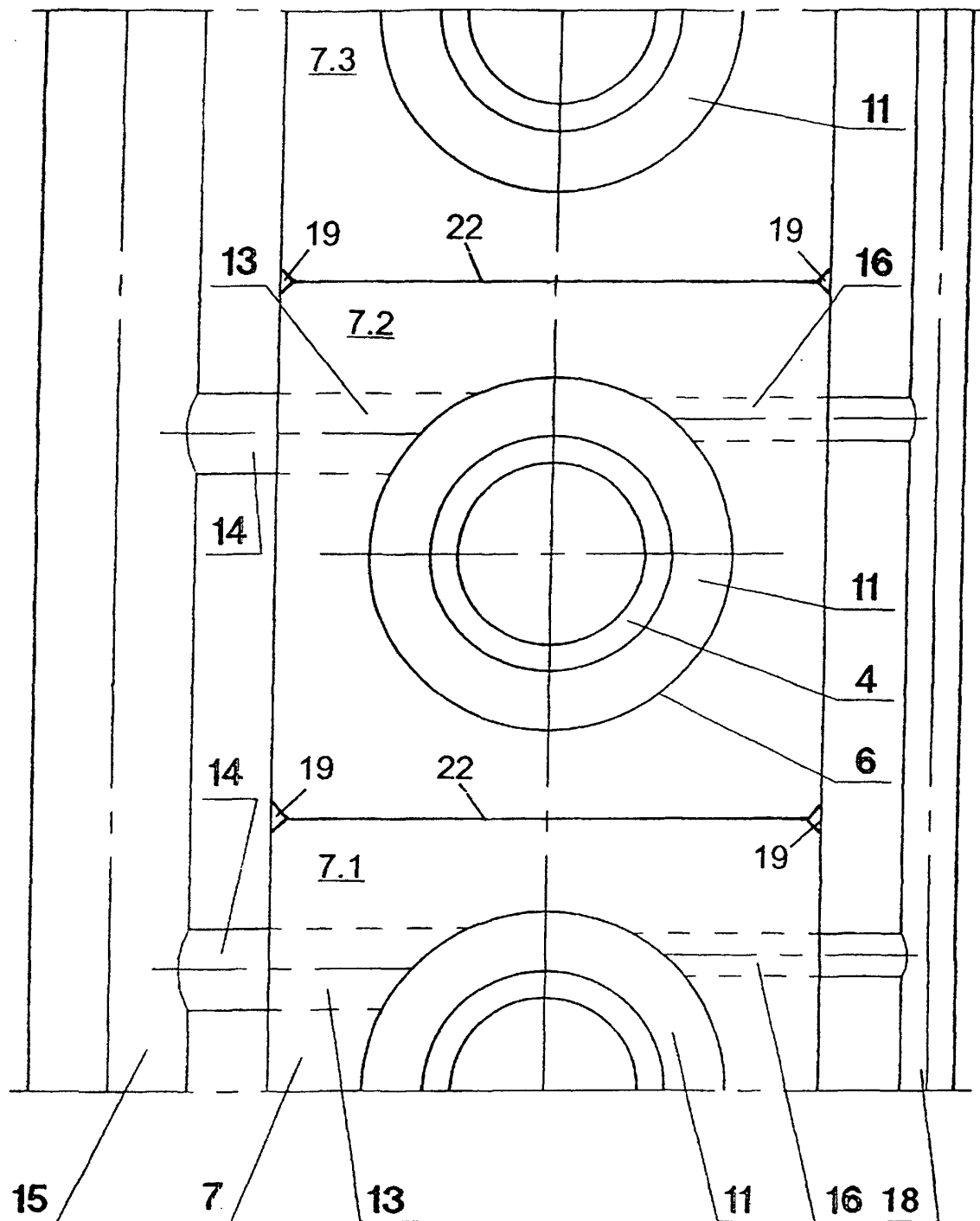


Fig. 3

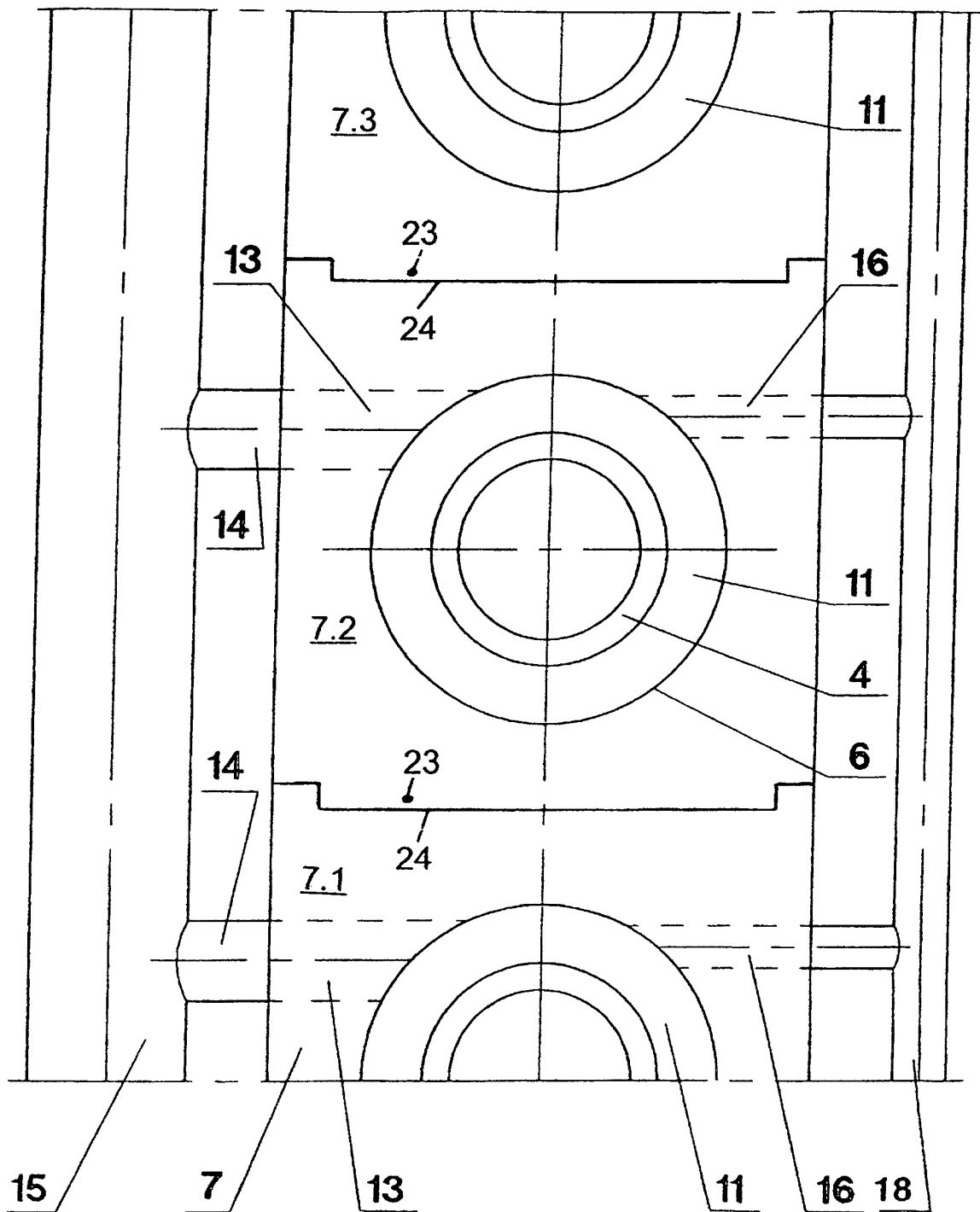


Fig. 4