

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 718 579 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F28F 9/02**, F28D 7/10,  
F28F 9/18, C10G 9/00

(21) Anmeldenummer: 95111740.7

(22) Anmeldetag: 26.07.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT NL

(30) Priorität: 21.12.1994 DE 4445687

(71) Anmelder: **Deutsche Babcock-Borsig  
Aktiengesellschaft**  
D-13507 Berlin (DE)

(72) Erfinder: **Brücher, Peter**  
D-13503 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Müller, Jürgen, Dipl.-Ing.**  
**Deutsche Babcock AG**  
**Lizenz- und Patentabteilung**  
**Duisburger Strasse 375**  
**46049 Oberhausen (DE)**

### (54) Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas

(57) Ein Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas ist mit mindestens einem von einem Außenrohr (6) umgebenen Kühlrohr (4) versehen, wobei Kühlrohr (4) und Außenrohr (6) an beiden Enden an je eine Wasserkammer (7, 8) zur Zuführung und Abführung eines Kühlmediums angeschweißt sind. Die Wasserkammer (7, 8) besteht aus einem massiven, streifenförmigen Stück, in das entsprechend der Anzahl der Kühlrohre (4) in einem Abstand voneinander kreisförmige Vertiefungen (11) eingebracht sind. Jede Vertiefung (11) umgibt ein Kühlrohr (4) und weist einen Durchmesser auf, der gleich dem oder größer als der Innendurchmesser des Außenrohres (6) ist. Die Vertiefung (11) weist im Bereich der Rohrenden der Kühlrohre (4) einen dünnen, ringförmigen Boden (12) mit einer geringen Restwanddicke auf.

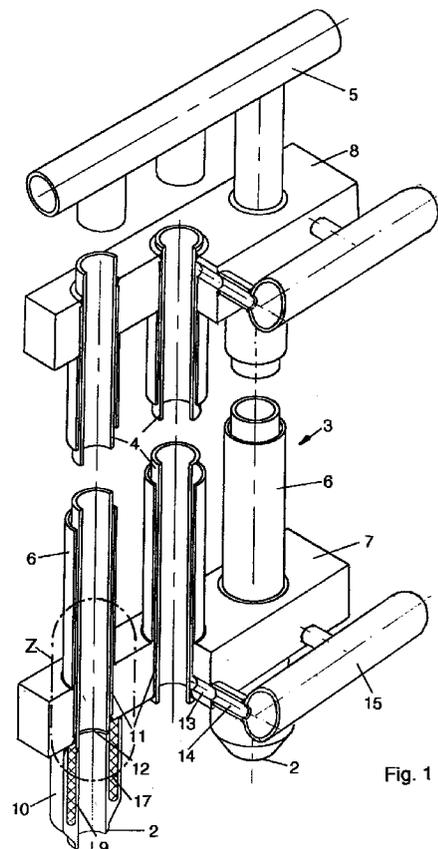


Fig. 1

EP 0 718 579 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1.

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.

Es sind Spaltgaskühler bekannt, bei denen jedes einzelne aus dem Spaltofen austretende Spaltrohr mit einem separaten Spaltgaskühler verbunden ist, der ein oder mehrere Rohre besitzen kann, die von einem gemeinsamen Mantel umschlossen oder als Doppelrohre ausgebildet sind. Da die aus dem Spaltofen austretende Spaltrohre in der Regel linear mit relativ geringem Abstand voneinander angeordnet sind, können sämtliche Spaltgaskühler in einem Modul in Form eines Linearkühlers zusammengefaßt werden. Die Zu- und Ableitung des Kühlmediums erfolgt jeweils an den Enden der Rohre mittels Wasserkammern, die oval oder rohrförmig ausgeführt sein können. Der Innenraum der Wasserkammern steht mit allen angeschlossenen Rohren in Verbindung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wasserkammer des gattungsgemäßen Wärmetauschers so zu gestalten, daß keine Materialüberhitzungen der am Wärmetausch beteiligten Flächen auftreten, daß eine definierte Strömung des eintretenden Kühlmediums eingestellt wird und daß die Wasserkammer den hohen Drücken des Kühlmediums standhält und kostengünstig herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Wärmetauscher erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher wirkt der Druck des Kühlmediums auf eine verhältnismäßig schmale ringförmige, den Boden der Vertiefung darstellende Fläche, deren Außendurchmesser den Innendurchmesser des Außenrohres nicht wesentlich übersteigt. Aufgrund der geringen Größe des durch den Druck des Kühlmediums belasteten Bodens braucht dieser nur mit einer geringen Wanddicke versehen zu werden. Diese geringe Wanddicke läßt eine gute Kühlung des temperaturbelasteten Bodens durch das Kühlmedium zu, so daß Materialüberhitzungen vermieden werden können. Außerhalb der mit Abstand voneinander vorgesehenen Vertiefungen behält die Wasserkammer die ursprüngliche Dicke des massiven Stückes, so daß

die Wasserkammer in sich steif genug ist, um ohne zusätzliche Verstärkungen dem hohen Druck des Kühlmediums standzuhalten. Die Vertiefungen lassen sich in das massive Stück durch eine einfache mechanische Bearbeitung, wie Bohren und Fräsen einbringen, wodurch der Aufwand für die Herstellung der Wasserkammer verringert wird. Da für jedes Kühlrohr eine eigene, von den übrigen Kühlrohre getrennte Vertiefung vorhanden ist, kann jedes Kühlrohr einzeln von dem Kühlmedium angesteuert werden, woraus sich eine bessere Verteilung des Kühlmediums auf dieses eine Kühlrohr ergibt. Die im Querschnitt kreisförmige Vertiefung erzeugt insbesondere in Verbindung mit einer tangentialen Zuführung des Kühlmediums eine rotierende Kühlmediumströmung, die für eine gute Kühlung des Bodens sorgt und eine unerwünschte Ablagerung von Partikeln aus dem Kühlmedium nicht zuläßt. Etwa vorhandene Partikel werden nach dem Zyklonprinzip in der rotierenden Strömung in der Nähe der Wandung der Vertiefung gehalten und können durch die weitere, nach außen führende Bohrung während des Betriebes ausgeschleust werden.

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 und
- Fig. 3 die Draufsicht auf Fig. 2.

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.

Der Spaltgaskühler 3 besteht aus einem oder 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.

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.

Die Wasserkammer 7, 8 ist aus einem massiven, nahtlosen, streifenförmigen Stück gefertigt. In dieses Stück sind in einem Abstand voneinander im Querschnitt kreisförmige Vertiefungen 11 eingearbeitet, deren Anzahl der der Kühlrohre 4 entspricht. Dabei ist jedem Kühlrohr 4 eine eigene Vertiefung 11 zugeordnet. Das Außenrohr 6 ist auf der dem Spaltrohr 2 abgewandten 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 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.

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.

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.

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 Abschlämmentil versehen. Durch ein kurzzeitiges, schlagartiges Öffnen des Abschlämmentils kann Kühlmedium mit darin enthaltenen Partikeln abgezogen werden.

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.

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 überprüfen.

In der Fig. 1 ist ein Spaltgaskühler 3 mit drei Kühlrohren gezeigt. Ohne das erfindungsgemäße Prinzip zu verlassen, kann der Spaltgaskühler auch mehr als drei oder nur ein einziges Kühlrohr enthalten.

### Patentansprüche

1. Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas mit mindestens einem von einem Außenrohr (6) umgebenen Kühlrohr (4), wobei Kühlrohr (4) und Außenrohr (6) an beiden Enden an je eine Wasserkammer (7, 8) zur Zuführung und Abführung eines Kühlmediums angeschweißt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasserkammer (7, 8) aus einem massiven, streifenförmigen Stück besteht, in das entsprechend der Anzahl der Kühlrohre (4) in einem Abstand voneinander kreisförmige Vertiefungen (11) eingebracht sind, daß jede Vertiefung (11) ein Kühlrohr (4) umgibt, daß der Durchmesser der Vertiefung (11) gleich dem oder größer als der Innendurchmesser des Außenrohres (6) ist und daß die Vertiefung (11) im Bereich der Rohrenden der Kühlrohre (4) einen dünnen, ringförmigen Boden (12) mit einer geringen Restwanddicke aufweist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zuführung bzw. Abführung des Kühlmediums in jede Vertiefung (11) eine durch die Seitenwand der Wasserkammer (7, 8) geführte Bohrung (13) einmündet.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung (13) tangential in die Vertiefung (11) einmündet.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle Bohrungen (13) an eine gemeinsame Zuführungsleitung (15) angeschlossen sind.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus jeder Vertiefung (11) eine weitere Bohrung (16) herausgeführt ist.

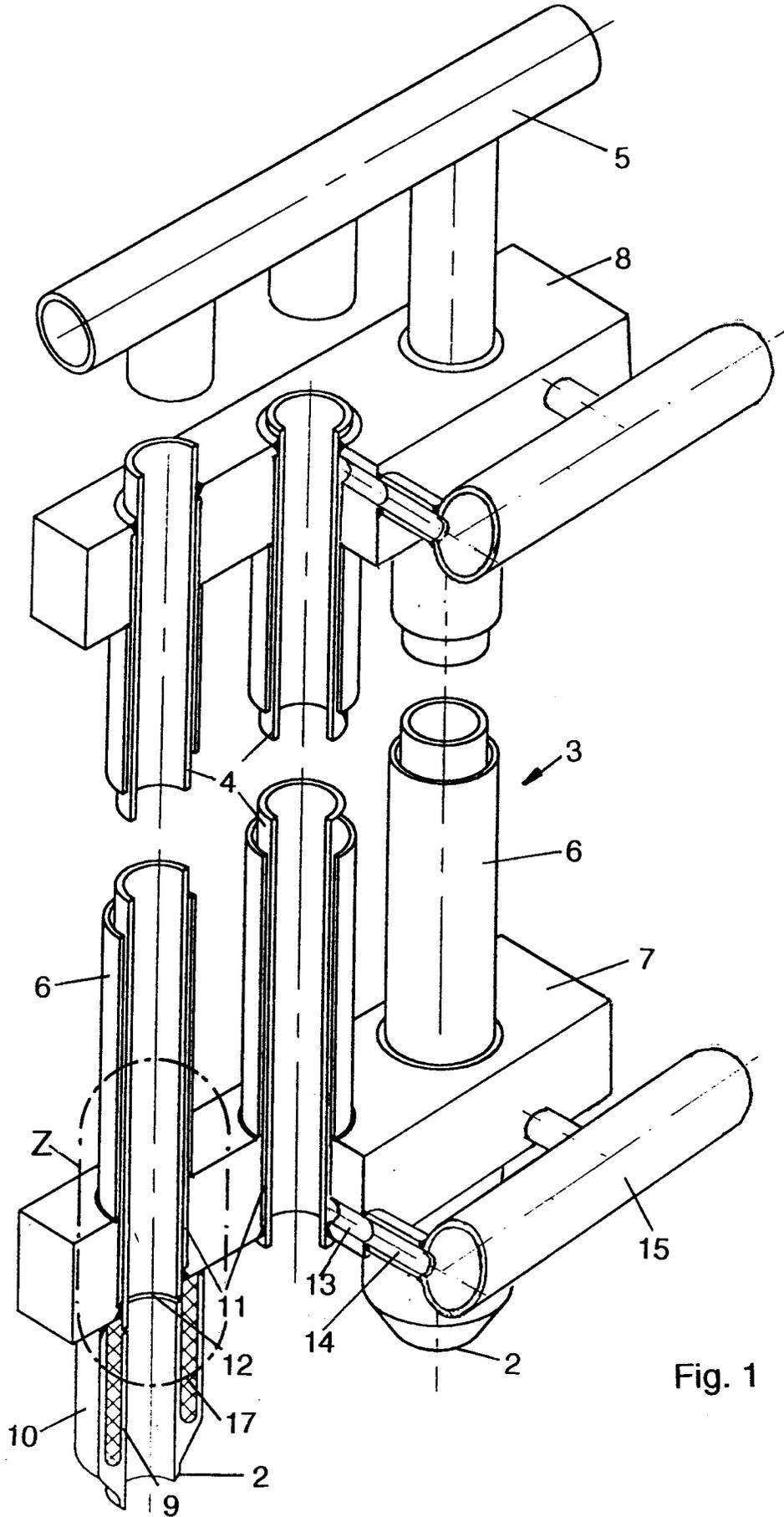


Fig. 1

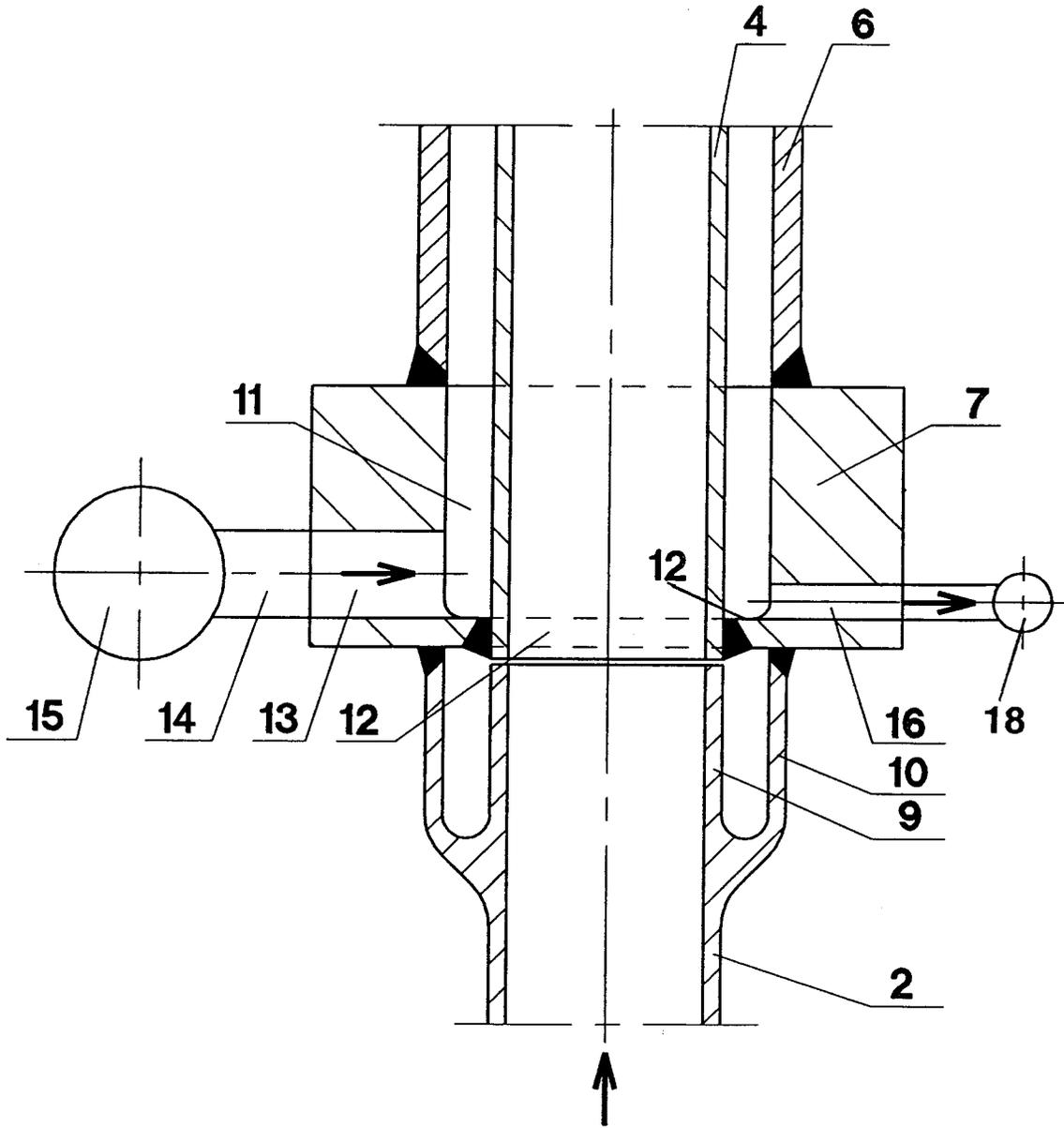


Fig. 2

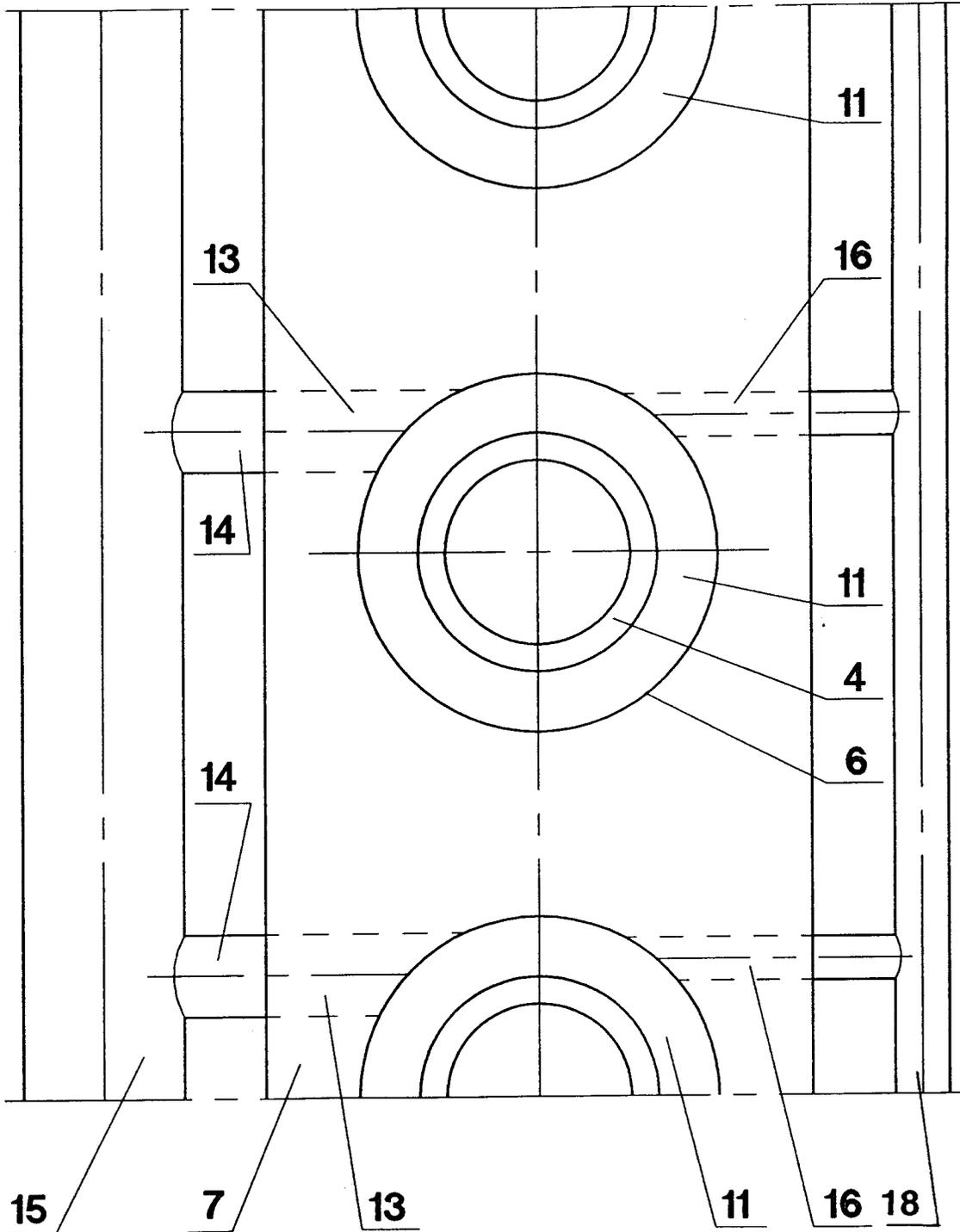


Fig. 3