



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 417 428 A2**

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: 90113566.5

Int. Cl.<sup>5</sup>: **F28F 9/02, F28D 7/16**

Anmeldetag: 16.07.90

Priorität: 09.09.89 DE 3930205  
Veröffentlichungstag der Anmeldung: 20.03.91 Patentblatt 91/12  
Benannte Vertragsstaaten: AT DE FR GB IT NL  
Anmelder: **DEUTSCHE BABCOCK- BORSIG AKTIENGESELLSCHAFT**  
Egellsstrasse 21  
W-1000 Berlin 27(DE)

Erfinder: **Brücher, Peter**  
Ziegenorter Pfad 33  
W-1000 Berlin 27(DE)  
Erfinder: **Lachmann, Helmut**  
Gotfried-von-Cramm-Weg 35  
W-1000 Berlin 33(DE)  
Vertreter: **Müller, Jürgen, Dipl.-Ing.**  
Deutsche Babcock AG Lizenz- und Patentabteilung  
Duisburger Strasse 375  
W-4200 Oberhausen 1(DE)

**Rohrbündel-Wärmetauscher.**

Die Rohre (1) eines Rohrbündel-Wärmetauschers zum Wärmetausch zwischen einem heißen, die Rohre (1) durchströmenden Gas und einem flüssigen oder dampfförmigen, die Rohre (1) umströmenden Kühlmedium sind beidseitig in Rohrplatten (3, 4) gehalten, die mit einem das Rohrbündel umschließenden Mantel (2) verbunden sind. Die auf der Gaseintrittsseite liegende Rohrplatte (3) ist in der dem Mantel (2) abgewandten axialen Hälfte mit parallelen Kühlkanälen (7) versehen, die von dem Kühl-

medium durchströmt sind. Die Rohrplatte (3) ist mit zum Inneren des Mantels (2) hin offenen Ausdrehungen (15) versehen, die mit den Kühlkanälen (7) in Verbindung stehen und die die Rohre (1) konzentrisch umgeben. Die Rohre (1) jeweils einer Rohrreihe durchdringen die Kühlkanäle (7). Die Kühlkanäle (7) weisen auf der von dem Gas angeströmten Seite eine Sohle (12) von gleichbleibender Wanddicke auf.

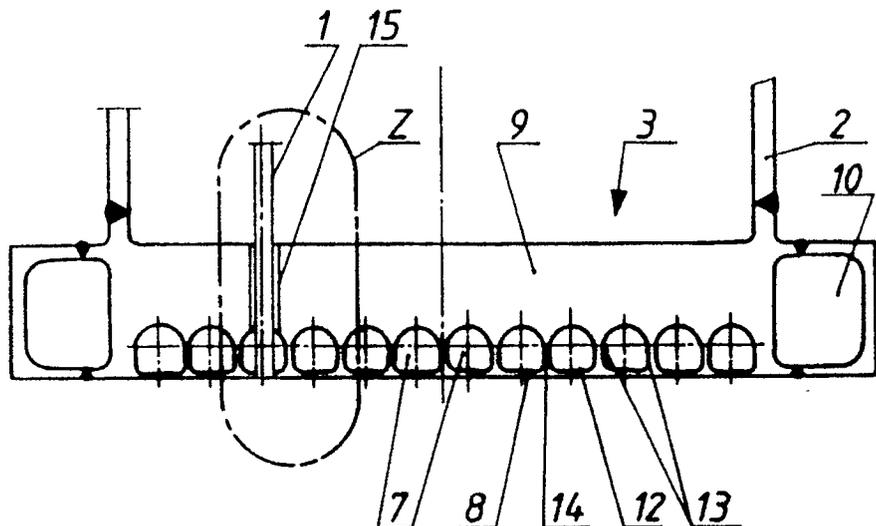


Fig. 3

EP 0 417 428 A2

## ROHRBÜNDEL-WÄRMETAUSCHER

Die Erfindung betrifft einen Rohrbündel-Wärmetauscher mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1.

Derartige Rohrbündel-Wärmetauscher dienen als Prozeßgas-Abhitzekessel zur schnellen Abkühlung von Reaktionsgasen aus Spaltöfen oder Chemieanlagen-Reaktoren bei gleichzeitiger Erzeugung von Hochdruckdampf als wärmeabführendes Medium. Zur Beherrschung der hohen Gastemperaturen und des hohen Druckunterschiedes zwischen dem Gas und dem wärmeabführenden Kühlmedium ist die auf der Gaseintrittsseite angeordnete Rohrplatte im Vergleich zu der auf der Gasaustrittsseite liegenden Rohrplatte dünn ausgeführt (DE-C-1 294 981, AT-B-361 953). Dabei ist die dünne Rohrplatte durch Tragbleche versteift, die mit Abstand von der Rohrplatte angeordnet und durch Anker mit dieser verbunden sind.

Bei einem anderen bekannten Rohrbündel-Wärmetauscher (DE-C-3 533 219) ist die dünne Rohrplatte über eingeschweißte Tragfinger auf einer Tragplatte abgestützt. Der Raum zwischen der Tragplatte und der Rohrplatte ist von Kühlmedium durchströmt, das durch eine Ringkammer zugeführt und durch Ringspalte zwischen den Rohren und der Tragplatte in den Wärmetauscher eintritt. Auf diese Weise läßt sich eine Führung des Kühlmediums quer über die dünne Rohrplatte erreichen. Diese Wasserführung bewirkt eine gute Kühlung der Rohrplatte und erzeugt eine hohe Strömungsgeschwindigkeit, die Ablagerungen von Partikeln aus dem Kühlmedium auf der Rohrplatte verhindert. Dieser doppelte Boden hat sich im Betrieb gut bewährt, jedoch ist seine Herstellung verhältnismäßig aufwendig.

Weiterhin ist es bekannt, die auf der Gasaustrittsseite angeordnete dicke Rohrplatte eines Rohrbündelwärmetauschers der gattungsgemäßen Art (AT-B-361 953) mit Kühlkanälen zu versehen. Auf diese Weise kann bei einer ausreichenden Festigkeit der Rohrplatte eine hohe Gasaustrittstemperatur von 550 bis 650 Grad C zugelassen werden. Bei dieser bekannten Rohrplatte sind die Kühlkanäle zwischen den Rohrreihen und in einem verhältnismäßig großen Abstand voneinander und von der mit dem Gas in Berührung kommenden Seite der Rohrplatte angeordnet. Die durch diese Anordnung der Kühlkanäle erwirkte Kühlung der Rohrplatte reicht gerade aus, um die Gastemperaturen auf der Gasaustrittsseite des Wärmetauschers zu beherrschen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gekühlte Rohrplatte des gattungsgemäßen Rohrbündel-Wärmetauschers derart auszubilden, daß bei geringer Wanddicke auf der Gasseite und

hoher Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums eine gleichmäßige Kühlmediumverteilung erreicht wird und daß Gastemperaturen von mehr als 1 000 Grad C zu beherrschen sind.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Rohrbündel-Wärmetauscher erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Rohrplatte kann insgesamt dick ausgeführt werden und damit die Anforderung erfüllen, dem hohen Druck des Kühlmediums zu widerstehen. Dadurch, daß die Rohre die Kühlkanäle durchdringen und damit geradlinig längs einer Rohrreihe verlaufen, können die Kühlkanäle eng beieinander verlegt werden, so daß das Kühlmedium eine große Fläche beströmt. Die Kanalsole von gleichbleibender Wanddicke vermeidet eine Materialanhäufung auf der Kanalinnenseite. Beides führt zu einer so intensiven Kühlung der Rohrplatte, daß hohe Gastemperaturen von mehr als 1 000 Grad C zu beherrschen sind.

Die Geschwindigkeit des Kühlmediums in den Kühlkanälen läßt sich auf einen solchen Wert einstellen, daß sich eventuell in dem Kühlmedium enthaltene Partikel nicht ablagern können, so daß keine Gefahr einer Überhitzung der Rohrplatte entsteht. Auf der Gaseintrittsseite der Rohrplatte kann somit ein dünner Bodenteil gebildet werden, der sich über die zwischen den Kühlkanälen verbleibenden Stege auf einem dicken Bodenteil der Rohrplatte abstützt. Diese Abstützung ist günstiger als eine Abstützung über einzelne Anker, was sich in einer gleichmäßigeren Spannungsverteilung bemerkbar macht. Der dünne Bodenteil läßt eine wärmespannungsarme Kühlung zu und ermöglicht eine spaltfreie und qualitativ hochwertige Ausführung der Einschweißung der Rohre in die Rohrplatte.

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

Fig. 1 den Längsschnitt durch einen Wärmetauscher,

Fig. 2 die Draufsicht auf die der Gaseintrittsseite zugeordnete Rohrplatte,

Fig. 3 den Schnitt III - III nach Fig. 2,

Fig. 4 den Schnitt IV - IV nach Fig. 2,

Fig. 5 die Einzelheit Z nach Fig. 3,

Fig. 6 die Draufsicht auf Fig. 5,

Fig. 7 die Draufsicht auf eine dem Gaseintritt zugeordnete Rohrplatte gemäß einer anderen Ausführungsform,

Fig. 8 den Schnitt VIII - VIII nach Fig. 7 und

Fig. 9 die Einzelheit Z nach Fig. 3 gemäß einer anderen Ausführungsform.

Der dargestellte Wärmetauscher dient insbesondere zum Kühlen von Spaltgas mit Hilfe von unter Hochdruck stehendem, siedendem und teilweise verdampfendem Wasser. Der Wärmetauscher besteht aus einem Rohrbündel aus einzelnen Rohren 1, die von dem zu kühlenden Gas durchströmt und von einem Mantel 2 umgeben sind. Der Übersichtlichkeit halber sind nur einzelne Rohre 1 gezeigt. Die Rohre 1 sind in zwei Rohrplatten 3, 4 gehalten, an die sich ein Gaseintritt 5 und ein Gasaustritt 6 anschließen und die in den Mantel 2 eingeschweißt sind.

Die auf der Gaseintrittsseite angeordnete Rohrplatte 3 ist mit parallel zueinander verlaufenden Kühlkanälen 7 versehen. Die Kühlkanäle 7 sind so in die Rohrplatte 3 verlegt, daß in axialer Richtung der Rohrplatte 3 gesehen, die Kühlkanäle 7 zur Gasseite der Rohrplatte 3 einen geringeren Abstand aufweisen als zum Inneren des Mantels 2. Auf diese Weise entsteht ein dünner zur Gasseite weisender Bodenteil 8 und ein zum Mantel 2 weisender dickerer Bodenteil 9.

Die Kühlkanäle 7 gemäß den Fig. 1 bis 6 sind beidseitig offen und münden in eine Kammer 10 ein, die die Rohrplatte 3 ringförmig umgibt. Die Eintrittsseite der Kammer 10 ist mit einem oder mehreren Zuführungsstutzen 11 versehen, über die das unter hohem Druck stehende Kühlmedium zugeführt wird.

Die Kühlkanäle 7 können als zylindrische Bohrungen parallel zur Plattenoberfläche durch die Rohrplatte 3 geführt sein. Anschließend wird jedoch der zunächst kreisförmige Querschnitt durch spanende Bearbeitung zu einem tunnelförmigen Profil erweitert. Diese tunnelförmige Querschnittsform ist in der Zeichnung dargestellt und zeichnet sich durch eine gewölbte Decke und durch eine ebene Sohle 12 aus, die parallel zur Oberseite der Rohrplatte 3 verläuft. Auf diese Weise läßt sich besonders einfach ein dünner Bodenteil von gleichbleibender Wanddicke herstellen. Die Seitenwände 13 der tunnelförmigen Kühlkanäle 7 sind ebenfalls eben und verlaufen vorzugsweise senkrecht zur Sohle 12. Diese Seitenwände 13 bilden schmale Stege 14, über die sich der dünne Bodenteil 8 auf dem dicken Bodenteil 9 über eine große Stützlänge abstützt.

Innerhalb des dicken Bodenteiles 9 ist die Rohrplatte 3 mit Ausdrehungen 15 versehen, die zum Inneren des Mantels 2 hin offen sind und in die Kühlkanäle 7 senkrecht zu deren Längserstreckung münden. Durch diese Ausdrehungen 15 sind die Rohre 1 des Rohrbündels unter Bildung eines Ringspaltes mit Spiel hindurchgeführt. Die Rohre 1 jeweils einer Rohrreihe durchdringen einen der Kühlkanäle 7 und sind in den dünnen Bodenteil 8

der Rohrplatte 3 durch eine voll durchgeschweißte Naht 16 spaltfrei eingeschweißt. Die Breite der so gebildeten Kühlkanäle 7 entspricht etwa dem 1- bis 2-fachen Wert des Durchmessers der Rohre 1.

Das durch den Zuführungsstutzen 11 in die Eintrittsseite der Kammer 10 eingespeiste Kühlmedium gelangt in die Kühlkanäle 7 und tritt teilweise durch die Ringspalten zwischen den Rohren 1 und den Ausdrehungen 15 in den von dem Mantel 2 umschlossenen Innenraum des Wärmetauschers ein. Dieser Teil des Kühlmediums steigt entlang den Außenseiten der Rohre 1 in dem Mantel 2 auf und tritt als Hochdruckdampf aus einem in den Mantel 2 eingeschweißten Austrittsstutzen 17 aus.

Die nicht durch die Ringspalten in den Innenraum des Wärmetauschers eintretende Kühlmediummenge verläßt die Kühlkanäle 7 auf der gegenüberliegenden Seite und gelangt in die Austrittsseite der Kammer 10. Die Austrittsseite ist von der Eintrittsseite durch zwei Trennwände 22 abgetrennt, die in der Kammer 10 senkrecht zu der Längsachse der Kühlkanäle 7 angeordnet sind und sich über den gesamten Querschnitt der Kammer 10 erstrecken. Dadurch steht jeweils ein Ende jedes Kühlkanals 7 mit der Eintrittsseite und das andere Ende mit der Austrittsseite in Verbindung. An die Austrittsseite der Kammer 10 ist ein Rohrbogen 23 angeschlossen, der in den Innenraum des Wärmetauschers mündet. Durch den Rohrbogen 23 tritt die restliche Kühlmediummenge in den Wärmetauscher ein und wird ebenfalls in Hochdruckdampf umgewandelt. Durch diese Überführung einer Kühlmediumteilmenge wird erreicht, daß auch am Austrittsende der Kühlkanäle 7 eine ausreichend hohe Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums herrscht, so daß sich keine Feststoffpartikel aus dem Kühlmedium auf der Sohle 12 der Kühlkanäle 7 ablagern können.

Vielmehr werden die im Kühlmedium enthaltenen Feststoffpartikel durch die Kühlkanäle 7 hindurchgespült.

Damit alle Kühlkanäle 7 gleichmäßig durchströmt sind, kann der Strömungswiderstand der außenliegenden, kürzeren Kühlkanäle 7 dem Strömungswiderstand der zentralen, längeren Kühlkanäle 7 angepaßt werden. Das kann dadurch geschehen, daß der Querschnitt der außenliegenden Kühlkanäle 7 geringer ist oder daß in diesen außenliegenden Kühlkanälen 7 Drosselstellen eingebaut sind.

In den Fig. 7 und 8 ist eine innenliegende Eintrittskammer 18 für das Kühlmedium gezeigt, die sich über eine Hälfte des Umfanges des Wärmetauschers erstreckt. Die Wandung dieser Eintrittskammer 18 ist mit der Innenwand des Mantels 2 und im Randbereich mit der Rohrplatte 3 verbunden. Die Kühlkanäle 7 sind bei dieser Ausführungsform an beiden Enden durch jeweils einen Deckel

20 verschlossen. An jedem Ende eines Kühlkanals 7 ist eine Bohrung 19, 24 vorgesehen, die in axialer Richtung durch den dickeren Bodenteil 9 der Rohrplatte 3 hindurchgeführt sind. Die eine Bohrung 19 geht von der Eintrittskammer 18 aus und dient der Zuführung des Kühlmediums in die Kühlkanäle 7. Die andere Bohrung 24 mündet in den Innenraum des Wärmetauschers und führt die restliche Menge des Kühlmediums ab, die nicht durch die Ringspalten zwischen den Rohren 1 und den Ausdrehungen 15 austritt.

Die Kühlkanäle 7 können auch, wie in Fig. 9 gezeigt ist, als Randausnehmungen in die Rohrplatte 3 eingeschnitten werden. Die so gebildeten Kühlkanäle 7 können eine gewölbte oder eine ebene Decke aufweisen. Diese Randausnehmungen sind durch Blechstreifen 21 abgedeckt, die mit den zwischen den Kühlkanälen 7 verbleibenden Stege 14 verschweißt werden. In die Blechstreifen 21 sind die Rohre 1 eingeschweißt. Diese Ausführungsform erfordert gegenüber der in den Fig. 1 bis 8 dargestellten Ausführungsform eine erhöhte Anzahl an Schweißnähten, die zu zusätzlichen Spannungen führen und schwächend wirken könnte, ist aber unter Umständen in der Herstellung einfacher.

### Ansprüche

1. Rohrbündel-Wärmetauscher mit Rohren (1), die beidseitig in Rohrplatten (3, 4) gehalten sind, zum Wärmetausch zwischen einem heißen, die Rohre (1) durchströmenden Gas und einem flüssigen oder dampfförmigen, die Rohre (1) umströmenden Kühlmedium, wobei die Rohrplatten (3, 4) mit einem das Rohrbündel umschließenden Mantel (2) verbunden sind, wobei eine der Rohrplatten (3, 4) in der dem Mantel (2) abgewandten axialen Hälfte mit parallelen Kühlkanälen (7) versehen ist, die von dem Kühlmedium durchströmt sind und wobei diese Rohrplatte (3) mit zum Inneren des Mantels (2) hin offenen Ausdrehungen (15) versehen ist, die mit den Kühlkanälen (7) in Verbindung stehen und die die Rohre (1) konzentrisch umgeben, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den Kühlkanälen (7) versehene Rohrplatte (3) auf der Gaseintrittsseite des Wärmetauschers angeordnet ist, daß die Rohre (1) jeweils einer Rohrreihe die Kühlkanäle (7) durchdringen und daß die Kühlkanäle (7) auf der von dem Gas angeströmten Seite eine Sohle (12) von gleichbleibender Wanddicke aufweisen.
2. Rohrbündel-Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle (7) ein tunnelförmiges Profil mit einer gewölbten Decke mit einer ebenen Sohle (12) und mit ebenen, senkrecht dazu verlaufenden Seitenwänden (13) aufweisen.
3. Rohrbündel-Wärmetauscher nach Anspruch 1

oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrplatte (3) von einer ringförmigen Kammer (10) umgeben ist, in die die beidseitig offenen Kühlkanäle (7) einmünden.

4. Rohrbündel-Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß eine Eintrittskammer (18) für das Kühlmedium sich über eine Hälfte des Umfanges des Wärmetauschers erstreckt, daß diese Eintrittskammer (18) mit der Innenseite des Mantels (2) und mit dem Randbereich der Rohrplatte (3) verbunden ist und daß jeder der beidseitig geschlossenen Kühlkanäle (7) über eine axiale Bohrung (19) mit der Eintrittskammer (18) verbunden ist.
5. Rohrbündel-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle (7) auf der Austrittsseite mit dem von dem Mantel (2) umschlossenen Innenraum des Wärmetauschers verbunden sind.
6. Rohrbündel-Wärmetauscher nach den Ansprüchen 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Kammer (10) senkrecht zu der Längsachse der Kühlkanäle (7) durch zwei Trennwände (22) in eine Eintrittsseite und eine Austrittsseite aufgeteilt ist und daß ein Rohrbogen (23) an die Austrittsseite der ringförmigen Kammer (10) und den Mantel (2) des Wärmetauschers angeschlossen ist.
7. Rohrbündel-Wärmetauscher nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß an dem der Bohrung (19) abgewandten Ende der Kühlkanäle (7) in axialer Richtung durch die Rohrplatte (3) eine weitere Bohrung (24) zwischen den Kühlkanälen (7) und dem Innenraum des Wärmetauschers geführt ist.
8. Rohrbündel-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die außenliegenden Kühlkanäle (7) einen größeren Strömungswiderstand als die innenliegenden Kühlkanäle (7) aufweisen.
9. Rohrbündel-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle (7) in eine einstückige Platte eingearbeitet sind.
10. Rohrbündel-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle (7) als Randausnehmungen in die Rohrplatte (3) eingearbeitet und durch ebene Blechstreifen (21) abgedeckt sind.

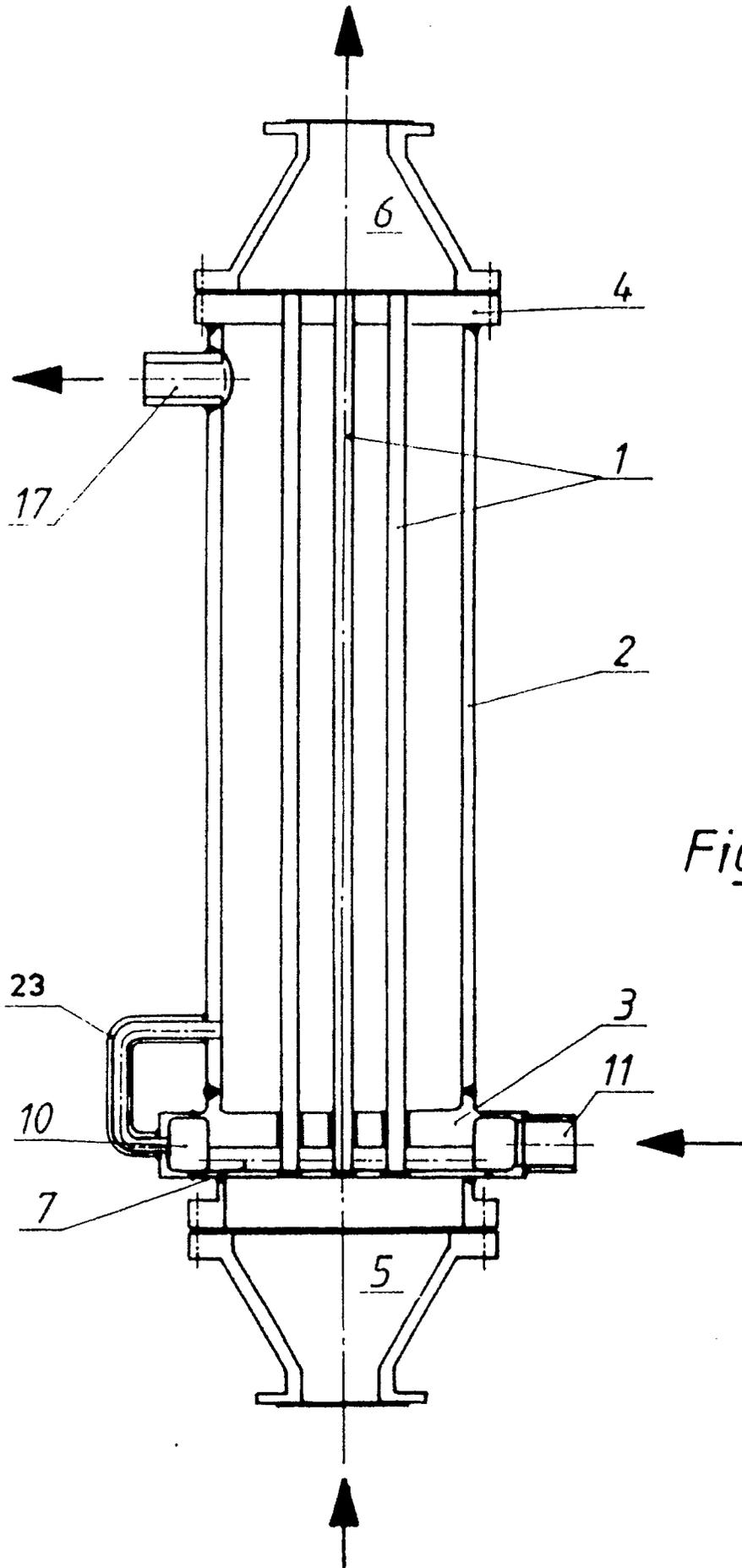


Fig. 1

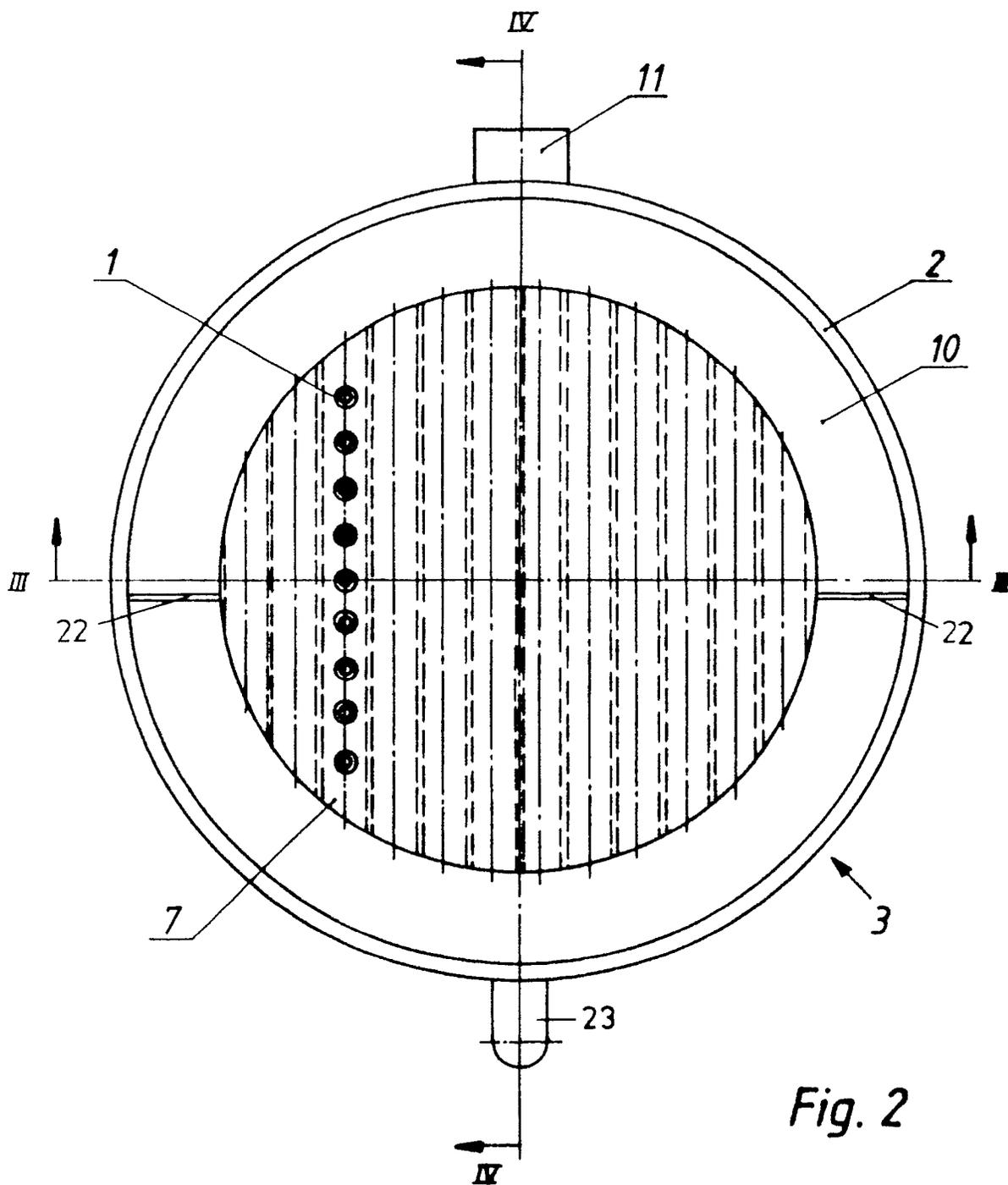


Fig. 2

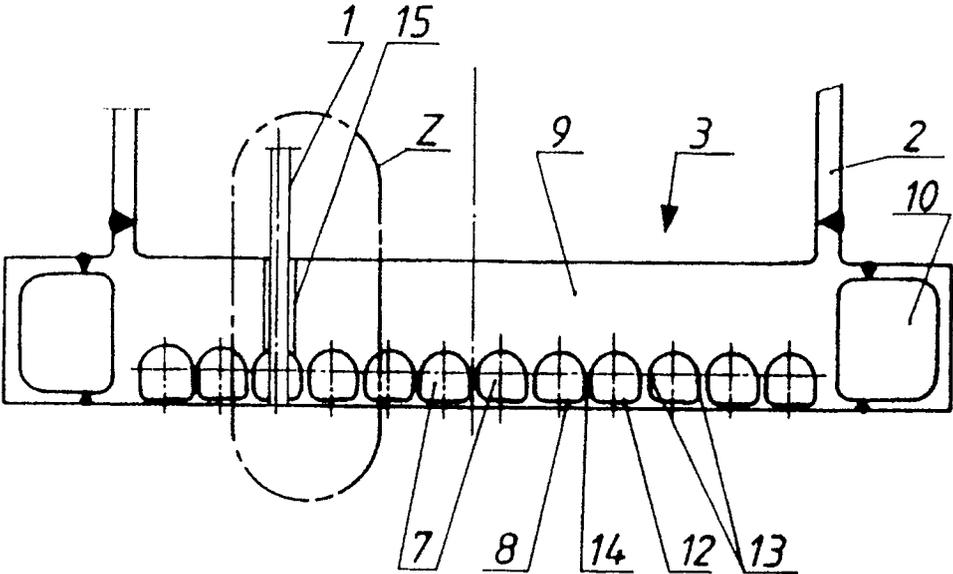


Fig. 3

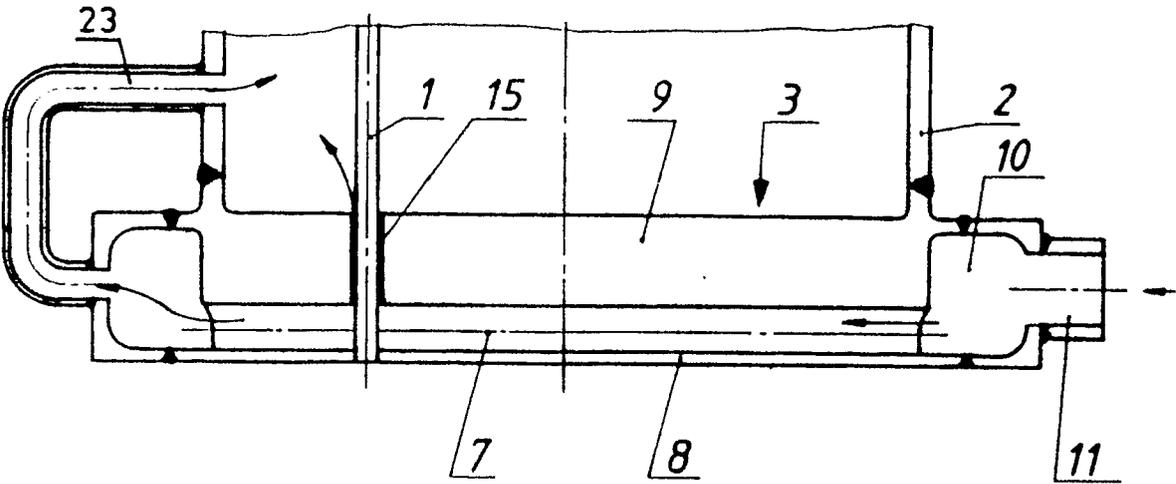


Fig. 4

Fig. 5

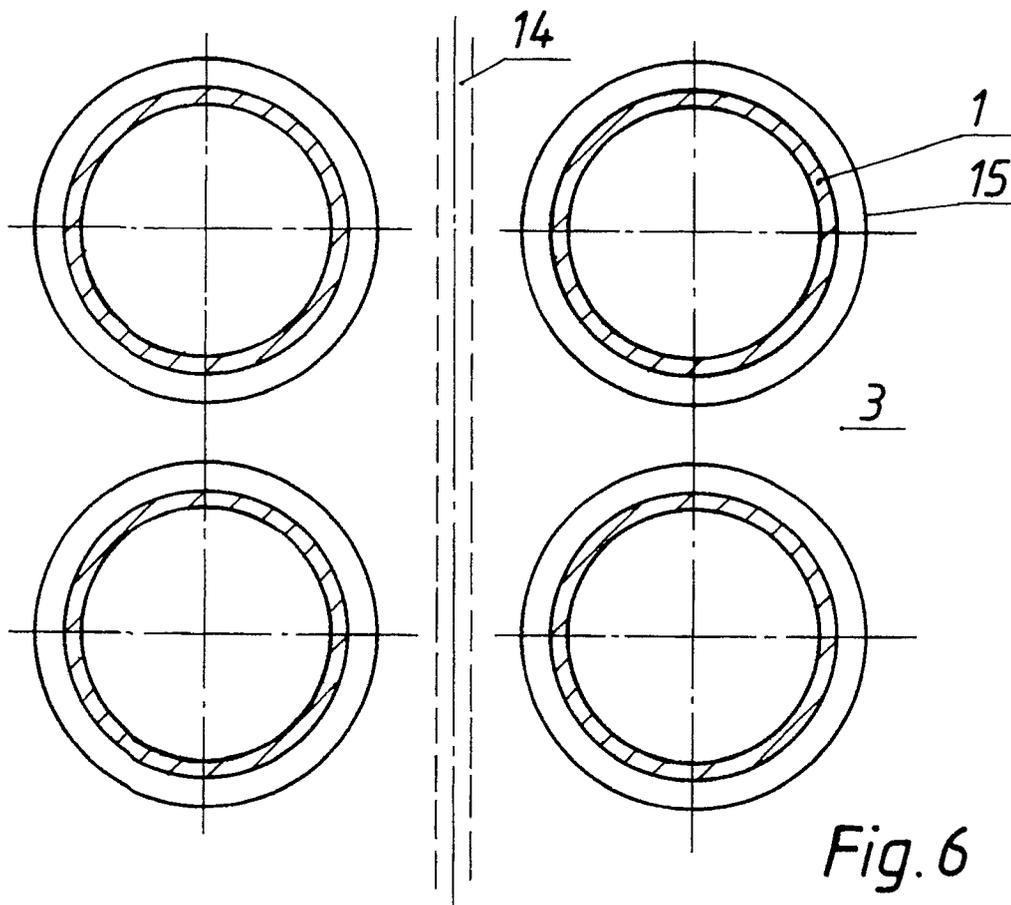
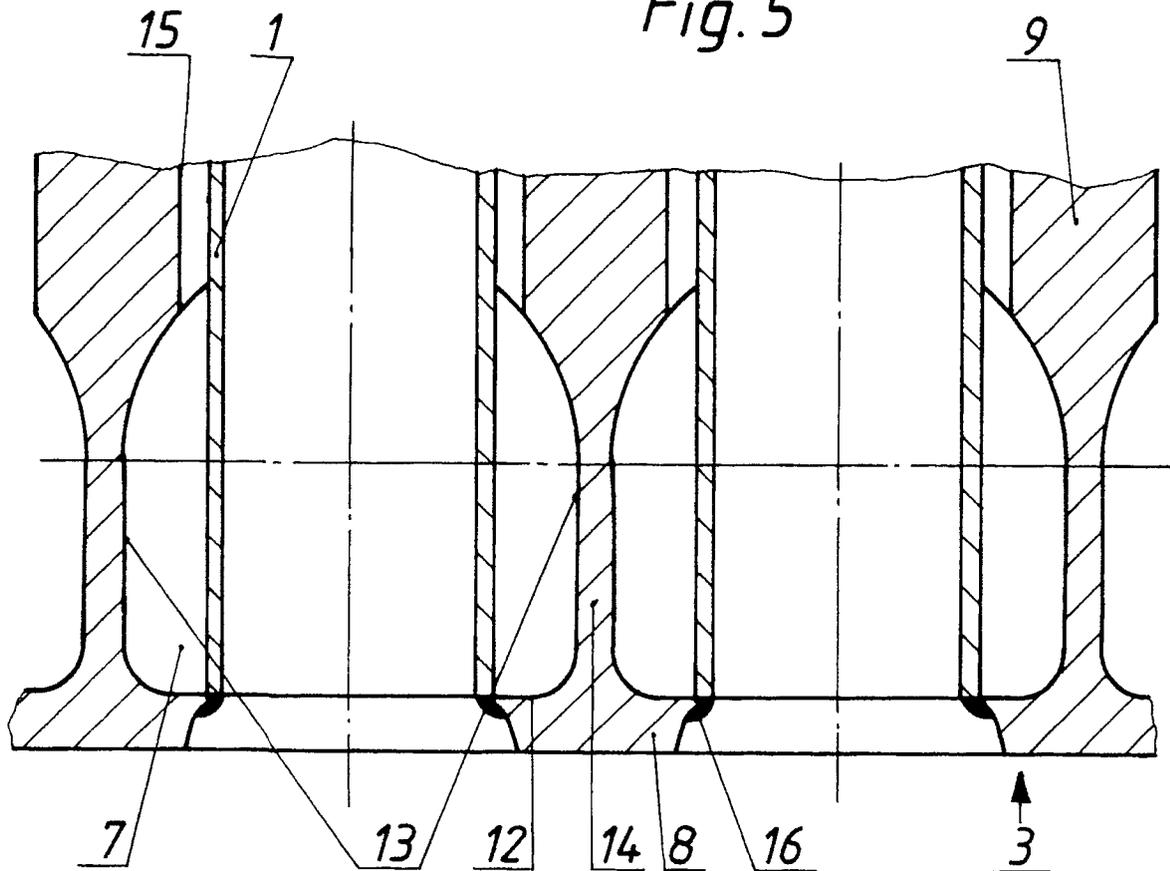


Fig. 6

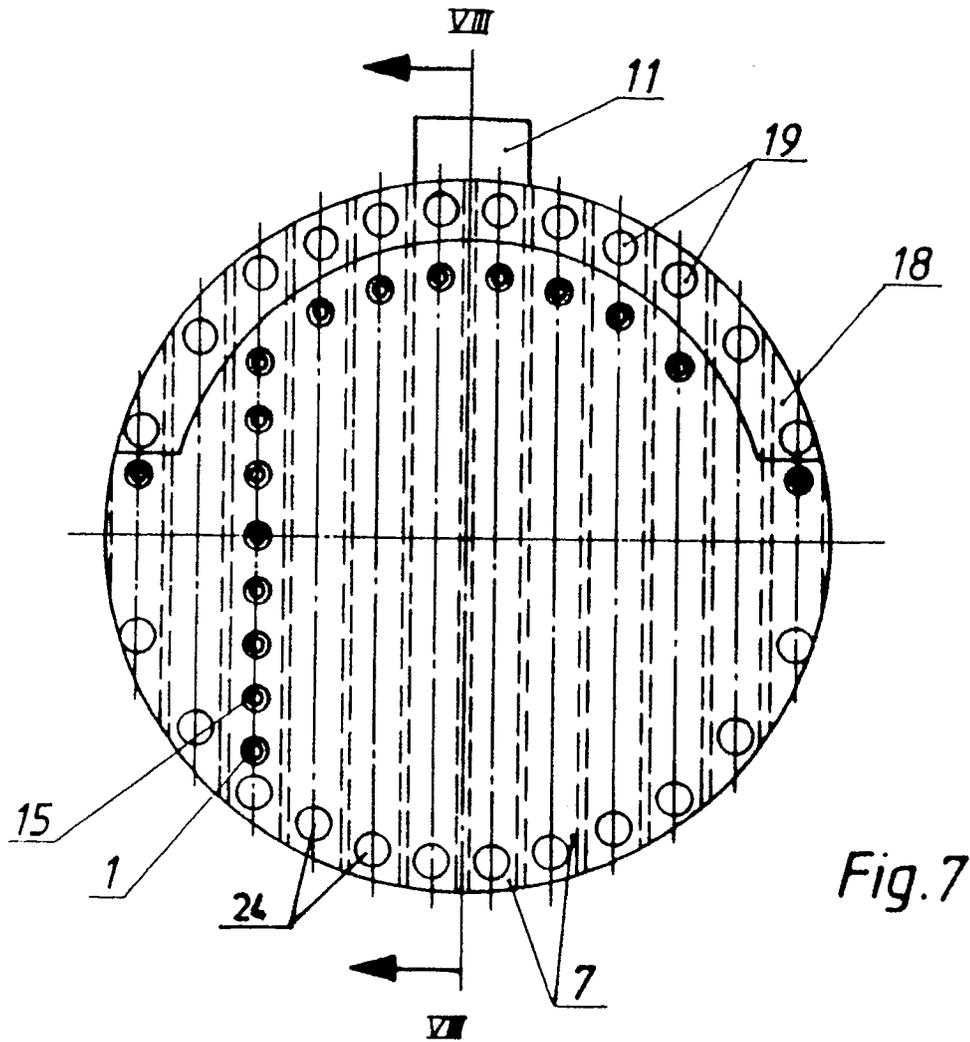


Fig. 7

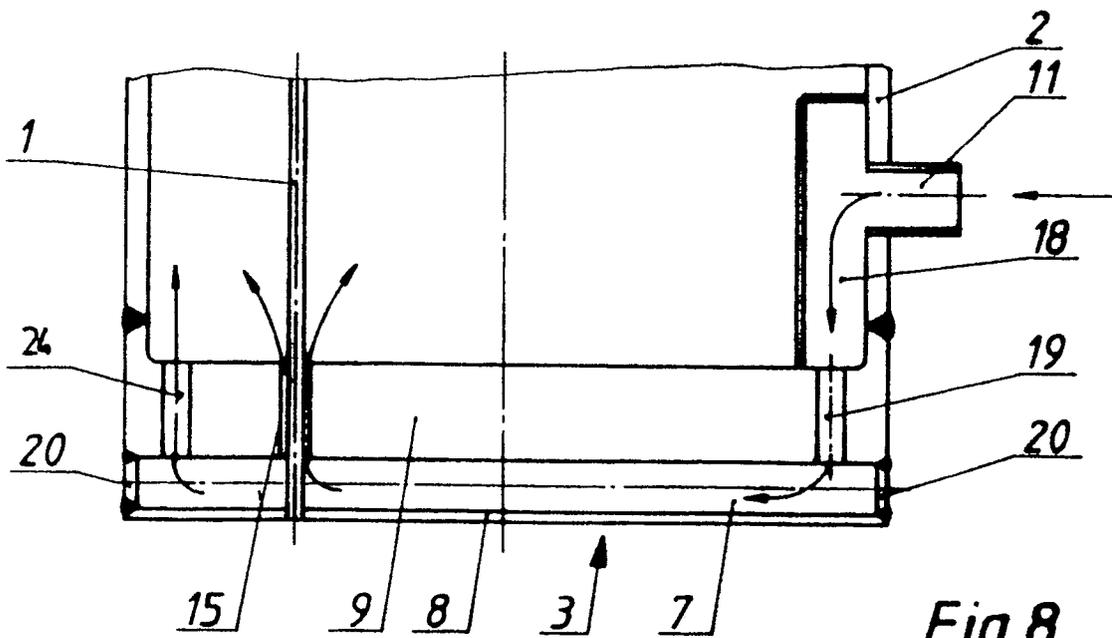
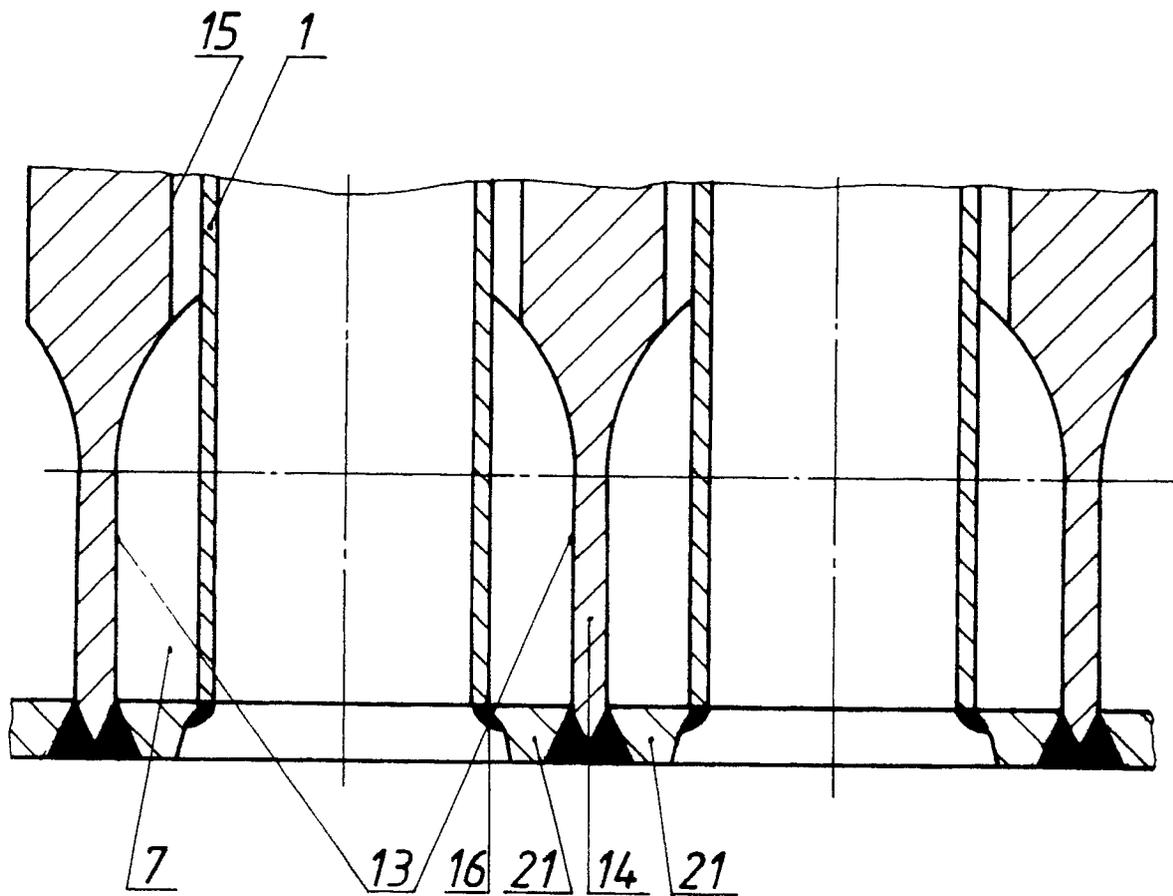


Fig. 8



*Fig. 9*