



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 752 569 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.1997 Patentblatt 1997/02

(51) Int. Cl.⁶: **F28D 7/08, F28F 9/00**

(21) Anmeldenummer: **96109642.7**

(22) Anmeldetag: **15.06.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI

(30) Priorität: **01.07.1995 DE 29510720 U**

(71) Anmelder: **BDAG Balcke-Dürr Aktiengesellschaft
D-40882 Ratingen (DE)**

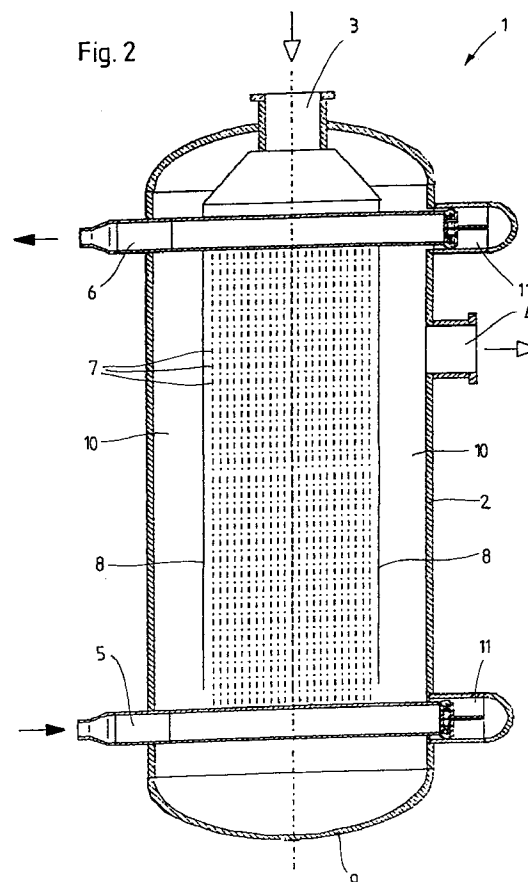
(72) Erfinder:

- **Hirth, Markus, Dipl.-Ing.
40227 Düsseldorf (DE)**
- **Bruckmann, Wilhelm, Dipl.-Ing.
46049 Oberhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring
Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)**

(54) **Wärmetauscher**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für mit großen Last- und/oder Temperaturwechseln betriebene Anlagen, beispielsweise als Kühlluftkühler für Gasturbinen, mit Rohren (7) zur Trennung des wärmeabgebenden Mediums, insbesondere Luft, und des wärmeaufnehmenden Mediums, insbesondere Wasser, wobei der Wärmeaustausch im Gegenstrom erfolgt, die als Strömungskanäle für das wärmeaufnehmende Medium dienenden Rohre (7) mäanderförmig verlaufend zwischen einem Einlaß-Sammelrohr (5) und einem Auslaß-Sammelrohr (6) angeordnet sind und das wärmeabgebende Medium diese mäanderförmig verlaufenden Rohre (7) umströmt. Um einen Wärmetauscher (1) derart weiterzubilden, daß er die auftretenden häufigen und schnellen Lastwechsel und damit verbundenen Druck- und Temperaturschwankungen sicher und zuverlässig kompensiert und darüber hinaus kostengünstig zu fertigen ist, wird vorgeschlagen, daß die Sammelrohre (5,6) beidseitig einen Außenmantel (2) des Wärmetauschers (1) durchdringen, wobei die Sammelrohre (5,6) einlaß- und auslaßseitig druckdicht mit dem Außenmantel (2) verbunden und am gegenüberliegenden Ende in einen druckdicht mit dem Außenmantel (2) verbundenen Aufnahmeraum (11) geführt sind.



EP 0 752 569 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für mit großen Last- und/oder Temperaturwechseln betriebene Anlagen, beispielsweise als Kühlluftkühler für Gasturbinen, mit Rohren zur Trennung des wärmeabgebenden Mediums, insbesondere Luft, und des wärmeaufnehmenden Mediums, insbesondere Wasser, wobei der Wärmeaustausch im Gegenstrom erfolgt, die als Strömungskanäle für das wärmeaufnehmende Medium dienenden Rohre mäandertförmig verlaufend zwischen einem Einlaß-Sammelrohr und einem Auslaß-Sammelrohr angeordnet sind und das wärmeabgebende Medium diese mäandertförmig verlaufenden Rohre umströmt.

Die Kühlung von Gasturbinenschaufeln erfolgt üblicherweise mittels eines Luftstroms, welcher häufig von der komprimierten Verbrennungsluft für die Gasturbinenbrennkammer als Teilluftstrom abgezweigt wird. Die bei der Kompression auch diesem Teilluftstrom zugeführte Wärme muß dem Luftstrom vor dem Zuleiten zu den Gasturbinenschaufeln in einem Kühlluftkühler wieder entzogen werden. Durch häufiges Anfahren und Abfahren sowie aufgrund der hohen Druck- und Temperaturunterschiede wird dieser Wärmetauscher extremen Wechselbelastungen ausgesetzt, welche zum vorzeitigen Versagen des Wärmetauschers führen können. Ein Kühlluftkühler der eingangs beschriebenen Art ist aus der EP-OS 0 203 445 bekannt. Bei diesem gattungsbildenden Wärmetauscher sind die Einlaß- und Auslaß-Sammelrohre starr mit den Reingas-Eintritts- bzw. Reingas-Austrittsleitungen verbunden, so daß Lastwechselspannungen nur unzureichend kompensiert werden können.

Ein weiterer Kühlluftkühler für Gasturbinen ist aus der DE-OS 41 42 375.5 bekannt. Bei diesem bekannten Wärmetauscher dienen massive Rohrplatten zum Abteilen der luftgefüllten Kammern von einem mit dem wärmeaufnehmenden Medium gefüllten Raum. Die abzukühlende Luft wird durch Rohre geleitet, die die beiden, am oberen und unteren Ende des Wärmetauschers angeordneten massiven Rohrplatten miteinander verbinden und starr in diesen fixiert sind. Zur Kompensation der auftretenden Druck- und Temperaturspannungen ist bei diesem bekannten Wärmetauscher eine der massiven Rohrplatten durch einseitiges Einspannen so ausgebildet, daß sie Druck- und Temperaturspannungen in einem gewissen Maße kompensieren kann. Darüber hinaus ist der äußere Mantel des Wärmetauschers mit Balgkompensatoren zur Dämpfung auftretender Längenänderungen ausgestattet. Zwar erlaubt dieser bekannte Wärmetauscher eine gewisse Kompensation der bei den häufigen und schnellen Lastwechseln auftretenden Druck- und Temperaturschwankungen, jedoch verhindert die starre Einspannung der Wärmetauscherrohre zwischen den beiden massiven Rohrplatten eine effektive Dämpfung dieser Belastungen. Darüber hinaus ist die Verwendung der massiven Rohrplatten aufgrund deren hohen

Gewichts und deren Unflexibilität gegenüber Temperaturspannungen nachteilig.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, einen Wärmetauscher der Eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß er die auftretenden häufigen und schnellen Lastwechsel und damit verbundenen Druck- und Temperaturschwankungen sicher und zuverlässig kompensiert und darüber hinaus kostengünstig zu fertigen ist.

Als technische **Lösung** dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Sammelrohre beidseitig einen Außenmantel des Wärmetauschers durchdringen, wobei die Sammelrohre einlaß- und auslaßseitig druckdicht mit dem Außenmantel verbunden sind und am gegenüberliegenden Ende in einen druckdicht mit dem Außenmantel verbundenen Aufnahme- raum geführt sind.

Durch diese elastische Lagerung der Sammelrohre wird eine zusätzliche Kompensierung der auftretenden Lastwechselspannungen ermöglicht, da die Sammelrohre zumindest einseitig nicht fest in dem Außenmantel des Wärmetauschers eingespannt sind. Statt dessen können sich die Sammelrohre in den Aufnahme- raum hinein ausdehnen. Eine solche Dehnung in Querrichtung des Wärmetauschers bewirkt aufgrund der elastischen Anordnung der Wärmetauscherrohre keine zusätzlichen Spannungen in diesen Rohren. Darüber hinaus besteht aufgrund des Durchführens der Sammelrohre durch den Außenmantel des Wärmetauschers die Möglichkeit, daß im Falle von Rohrundichtigkeiten ein Abstopfen bzw. Blindsetzen einzelner Wärmetauscherrohre von außen auf einfache Weise möglich ist. Durch das Ausbilden der Strömungskanäle für das wärmeaufnehmende Medium als mäandertförmig zwischen zwei Sammelrohren angeordnete Wärmetauscherrohre kann auf eine besonders einfache und effektive Art und Weise eine Kompensation der auftretenden Druck- und Temperaturschwankungen erreicht werden, da das mäandertförmig gewundene Rohrbündel insgesamt wie eine große Feder wirkt. Die hin- und herlaufenden Wärmetauscherrohre können so die auftretenden Lastwechsel ohne die Gefahr unzulässig hoher Spannungszustände aufnehmen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die mäandertförmig verlaufenden Rohre von einem endseitig offenen und einlaßseitig mit dem Einlaßstutzen für das wärmeabgebende Medium verbundenen inneren Gehäuse umgeben, das einen Strömungskanal für das wärmeabgebende Medium bildet. Durch dieses innere Gehäuse wird der eintretende abzukühlende Strom zwangsweise entlang der mäandertförmig verlaufenden Wärmetauscherrohre geführt, so daß dieser abzukühlende Strom nicht an der Seite an den Wärmetauscherrohren vorbei direkt zum Auslaßstutzen strömen kann.

Um zu ermöglichen, daß der Außenmantel des Wärmetauschers nicht in direktem Kontakt mit dem bis zu 500°C heißen abzukühlenden Medium kommt, ist zwischen dem Außenmantel des Wärmetauschers und

dem inneren, die Rohre umschließenden Gehäuse ein umlaufender Zwischenraum ausgebildet ist und der Auslaßstutzen für das wärmeabgebende Medium nahe dem Auslaß-Sammelrohr angeordnet ist. Durch die Ausbildung des Zwischenraumes zwischen Außenmantel und Gehäuse wird eine direkte Wärmeleitung zum Außenmantel des Wärmetauschers hin verhindert. Diese Isolierung des Außenmantels gegenüber den hohen Eintrittstemperaturen des abzukühlenden Mediums kann dadurch verstärkt werden, daß der Auslaßstutzen nahe dem Auslaß-Sammelrohr und somit auch nahe dem Einlaßstutzen für das wärmeabgebende Medium angeordnet ist, so daß das durch die Strömung entlang der Wärmetauscherrohre abgekühlte Medium vor dem Austritt aus dem Wärmetauscher den gesamten Zwischenraum zwischen Gehäuse und Außenmantel durchströmen muß, was wiederum zur Isolierung des Außenmantels beiträgt.

Um eine gute Temperaturbeständigkeit zu gewährleisten und darüber hinaus sicherzustellen, daß das abzukühlende Medium keine Verunreinigungen erfährt, bestehen die mit dem wärmeabgebenden Medium in Kontakt stehenden Flächen aus austenitischen Stählen.

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist es ferner, daß der Wärmetauscher mit Wasser als wärmeaufnehmendem Medium als Vorwärmer, Verdampfer, Überhitzer, Vorwärmer mit Verdampfer, Verdampfer mit Überhitzer oder Vorwärmer mit Verdampfer und Überhitzer betreibbar ist. Aufgrund dieser vielfältigen Möglichkeiten, mit denen der erfindungsgemäße Wärmetauscher betrieben werden kann, ist dieser in Abhängigkeit von den jeweiligen Druck- und Temperaturverhältnissen ohne Umrüsten vielseitig einsetzbar.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnungen, in denen ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäß ausgestalteten Wärmetauschers schematisch dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Wärmetauscher;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Wärmetauscher gemäß Fig. 1, jedoch um 90° um die Längsachse gedreht und

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Wärmetauscher gemäß Fig. 1 und 2.

Fig. 1 und 2 zeigen schematisch einen Wärmetauscher 1, bestehend aus einem geschweißten Außenmantel 2 mit einem Einlaßstutzen 3 sowie einem Auslaßstutzen 4 für das wärmeabgebende Medium sowie einem Einlaß-Sammelrohr 5 und einem Auslaß-Sammelrohr 6 für das wärmeaufnehmende Medium, wobei das Einlaß-Sammelrohr 5 und das Auslaß-Sammelrohr 6 über mäanderförmig verlaufende Rohre 7 miteinander verbunden sind.

Um zu gewährleisten, daß das durch den Einlaß-

stutzen 3 einströmende abzukühlende Medium entlang den Wärmetauscherrohren 7 strömt, sind diese Rohre 7 in axialer Richtung von einem Gehäuse 8 umgeben, welches an beiden Enden offen und einlaßseitig mit dem Einlaßstutzen 3 verbunden ist. Die in Fig. 2 dargestellten Pfeile verdeutlichen den Strömungsverlauf des wärmeabgebenden und des wärmeaufnehmenden Mediums in dem Wärmetauscher 1. Das wärmeabgebende Medium strömt durch den Einlaßstutzen 3 in den Wärmetauscher 1 ein und wird durch das Gehäuse 8, welches einen Strömungskanal für das wärmeabgebende Medium bildet, von oben nach unten entlang den Rohren 7 geführt, die mit einem wärmeaufnehmenden Medium gefüllt von unten nach oben durchströmt werden. Nach dem Austritt aus dem Gehäuse 8 wird das nunmehr abgekühlte Medium bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel durch einen Boden 9 des Wärmetauschers 1 umgelenkt und strömt in einen zwischen dem Außenmantel 2 des Wärmetauschers 1 und dem Gehäuse 8 ausgebildeten Zwischenraum 10, bevor das Medium den Wärmetauscher 1 über den Auslaßstutzen 4 wieder verläßt. Der Auslaßstutzen 4 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel nahe dem Auslaß-Sammelrohr 6 angeordnet, damit das abgekühlte Medium möglichst entlang der gesamten axialen Erstreckung des Außenmantels 2 entlangströmt und diesen somit gegen die Hitze des ungekühlten einströmenden wärmeabgebenden Mediums isoliert.

Das wärmeaufnehmende Medium, insbesondere Wasser, strömt durch das Einlaß-Sammelrohr 5 in den Wärmetauscher 1 ein und durchfließt von unten nach oben die mäanderförmig verlaufenden Rohre 7, bevor es nach dem Eintritt in das Auslaß-Sammelrohr 6 wieder aus dem Wärmetauscher 1 hinausströmt. Durch diese dargestellte Schaltungsweise werden das wärmeabgebende und das Wärmeaufnehmende Medium zum besonders effektiven Wärmeaustausch im Kreuz-Gegenstrom geführt.

Da insbesondere beim Einsatz eines solchen Wärmetauschers 1 als Kühlluftkühler für Gasturbinen der Wärmetauscher 1 einer großen Zahl von Last- und/oder Temperaturwechseln unterliegt, ist es notwendig, daß der Wärmetauscher 1 sowie alle darin angeordneten Einbauten diese häufigen und schnellen Lastwechsel gut kompensieren können. Zu diesem Zweck sind sowohl die Einlaß- und Auslaß-Sammelrohre 5, 6 als auch die die Sammelrohre 5, 6 verbindenden dünnwandigen Rohre 7 elastisch aufgehängt und die Sammelrohre 5, 6 im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Rohrplatten dünnwandig ausgebildet.

Die elastische Aufhängung des Einlaß-Sammelrohrs 5 und des Auslaß-Sammelrohrs 6 besteht darin, daß die Sammelrohre beidseitig den Außenmantel 2 des Wärmetauschers 1 durchdringen, wobei die Sammelrohre 5, 6 einlaß- und auslaßseitig druckdicht mit dem Außenmantel 2 verbunden sind und am gegenüberliegenden Ende in einem druckdicht mit dem Außenmantel 2 verbundenen Aufnahme- und Abfuhr- 11

geführt sind. Durch diese elastische Einbindung der Sammelrohre 5, 6 in den Außenmantel 2 des Wärmetauschers 1 wird es den Sammelrohren 5, 6 ermöglicht, daß diese die bei den auftretenden Lastwechseln entstehenden Spannungen kompensieren können. Damit an den die Sammelrohre 5, 6 verbindenden Rohren 7 aufgrund der Lastwechsel sowie der elastischen Lagerung der Sammelrohre 5, 6 keine unzulässigen Spannungen auftreten können, sind die Rohre 7 zwischen dem Einlaß-Sammelrohr 5 und dem Auslaß-Sammelrohr 6 mäanderförmig angeordnet, so daß das gesamte Bündel der Rohre 7 insgesamt federelastisch ausgebildet ist und somit die auftretenden Spannungen effektiv kompensieren kann.

Bezugszeichenliste

1	Wärmetauscher	
2	Außenmantel	
3	Einlaßstutzen	
4	Auslaßstutzen	
5	Einlaß-Sammelrohr	
6	Auslaß-Sammelrohr	
7	Rohr	
8	Gehäuse	
9	Boden	
10	Zwischenraum	
11	Aufnahmeraum	

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere für mit großen Last- und/oder Temperaturwechseln betriebene Anlagen, beispielsweise als Kühlluftkühler für Gasturbinen, mit Rohren (7) zur Trennung des wärmeabgebenden Mediums, insbesondere Luft, und des wärmeaufnehmenden Mediums, insbesondere Wasser, wobei der Wärmeaustausch im Gegenstrom erfolgt, die als Strömungskanäle für das wärmeaufnehmende Medium dienenden Rohre (7) mäanderförmig verlaufend zwischen einem Einlaß-Sammelrohr (5) und einem Auslaß-Sammelrohr (6) angeordnet sind und das wärmeabgebende Medium diese mäanderförmig verlaufenden Rohre (7) umströmt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sammelrohre (5, 6) beidseitig einen Außenmantel (2) des Wärmetauschers (1) durchdringen, wobei die Sammelrohre (5, 6) einlaß- und

auslaßseitig druckdicht mit dem Außenmantel (2) verbunden sind und am gegenüberliegenden Ende in einen druckdicht mit dem Außenmantel (2) verbundenen Aufnahmeraum (11) geführt sind.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mäanderförmig verlaufenden Rohre (7) von einem endseitig offenen und einlaßseitig mit einem Einlaßstutzen (3) für das wärmeabgebende Medium verbundenen inneren Gehäuse (8) umgeben sind, das einen Strömungskanal für das wärmeabgebende Medium bildet.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Außenmantel (2) des Wärmetauschers (1) und dem inneren, die Rohre (7) umschließenden Gehäuse (8) ein umlaufender Zwischenraum (10) ausgebildet ist und ein Auslaßstutzen (4) für das wärmeabgebende Medium nahe dem Auslaß-Sammelrohr (6) angeordnet ist.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die mit dem wärmeabgebenden Medium in Kontakt stehenden Flächen aus austenitischen Stählen bestehen.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit Wasser als wärmeaufnehmendem Medium, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher als Vorwärmer, Verdampfer, Überhitzer, Vorwärmer mit Verdampfer, Verdampfer mit Überhitzer oder Vorwärmer mit Verdampfer und Überhitzer betreibbar ist.

Fig. 1

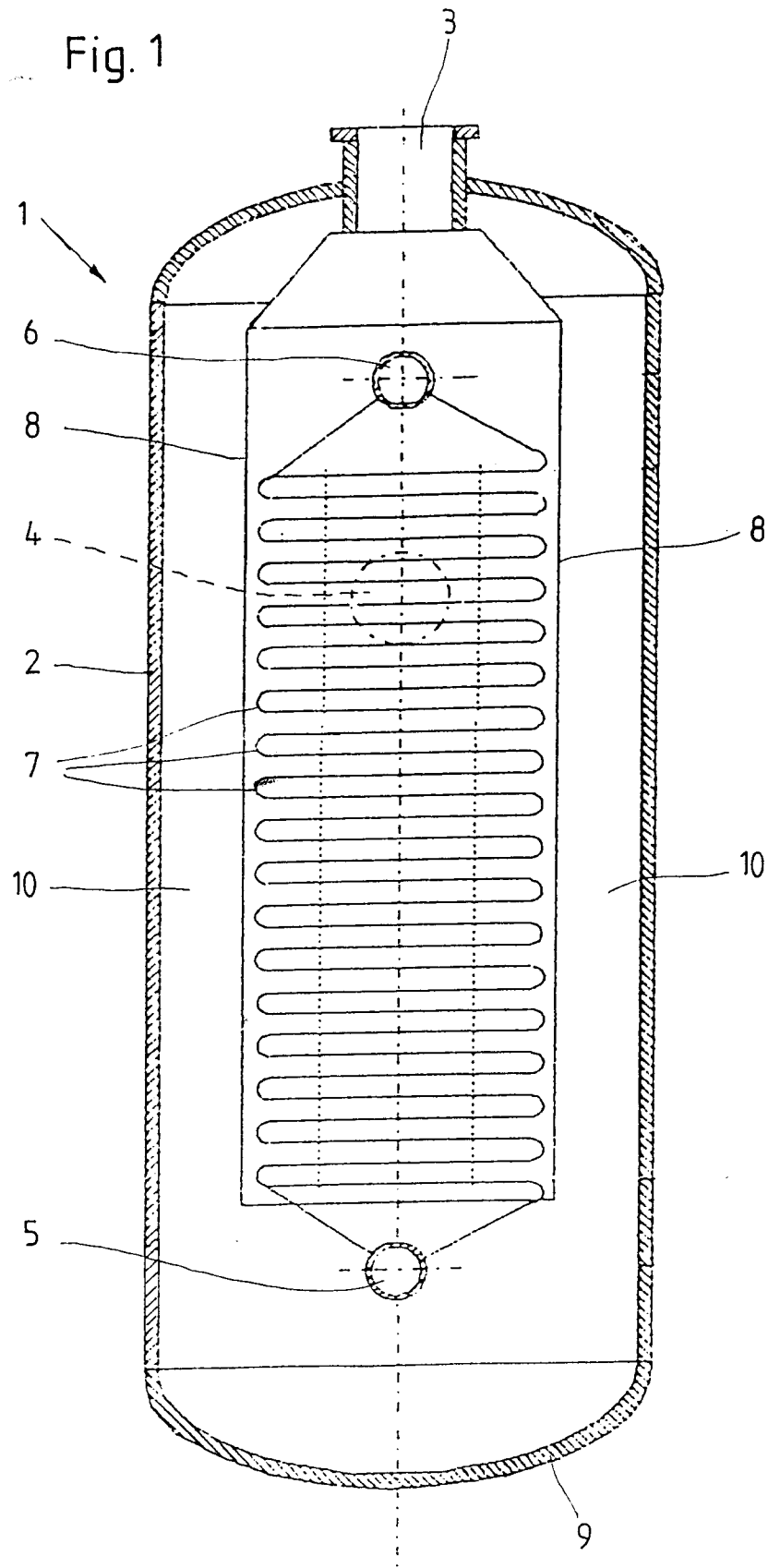
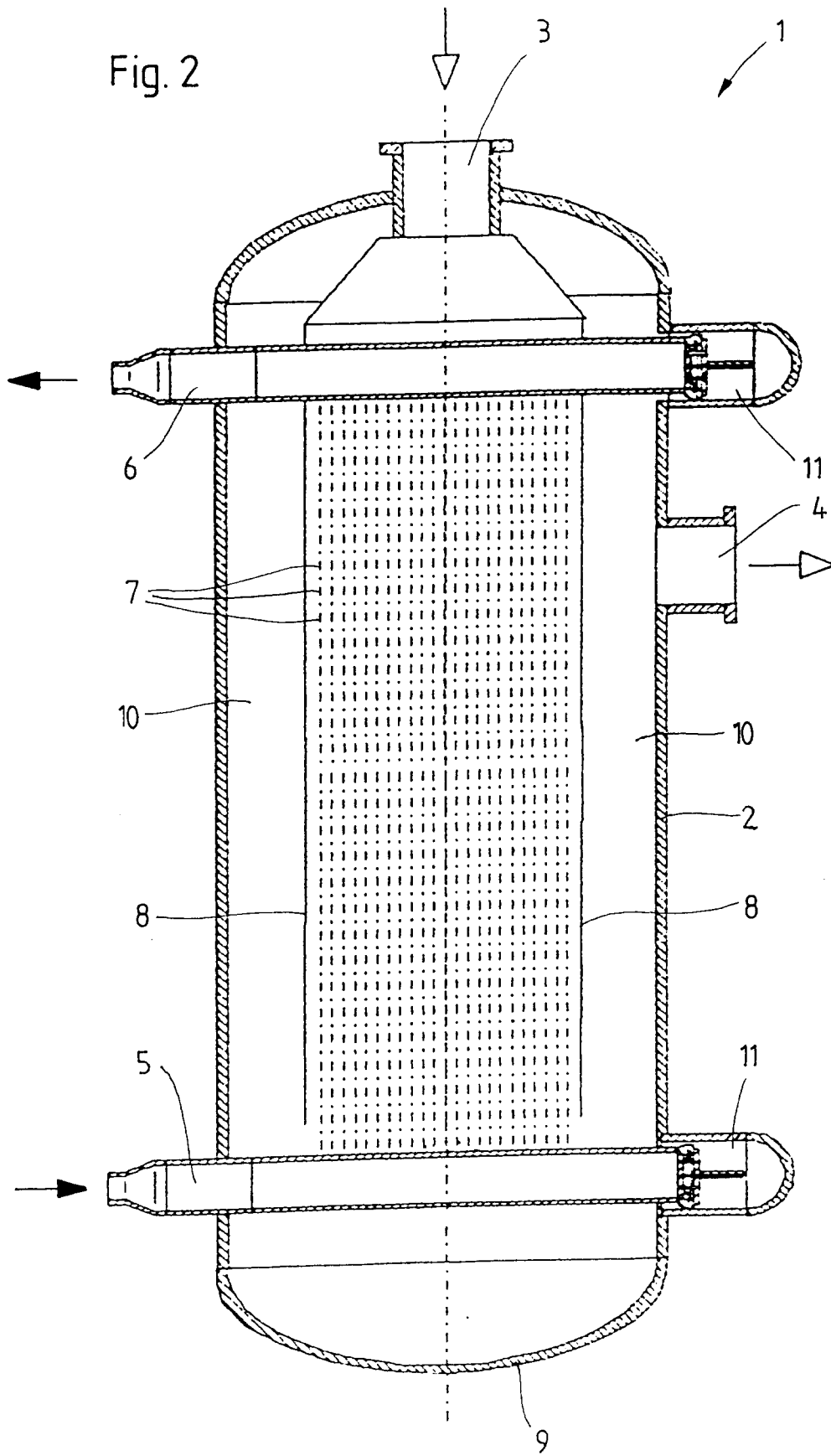


Fig. 2



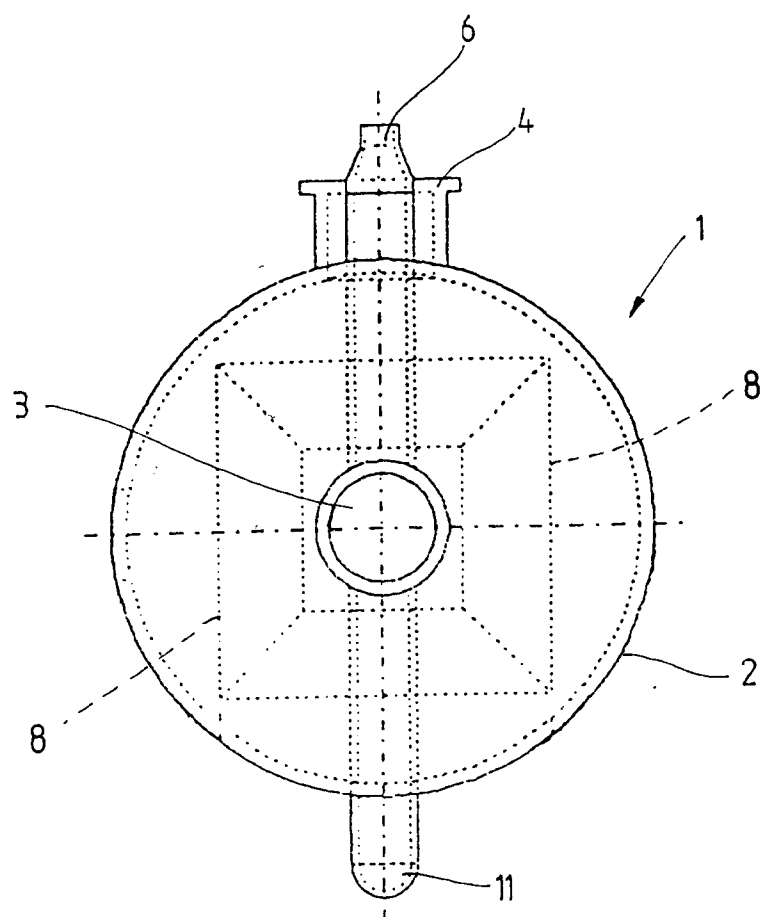


Fig. 3