

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 172 363
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: **85107951.7**

51

Int. Cl.⁴: **F 28 D 7/02**
F 28 F 9/00, F 22 B 1/18
F 22 B 37/20

22

Anmeldetag: **27.06.85**

30

Priorität: **21.08.84 CH 3999/84**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.02.86 Patentblatt 86/9

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT FR GB IT

71

Anmelder: **GEBRÜDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT**
Zürcherstrasse 9
CH-8401 Winterthur(CH)

72

Erfinder: **Fricker, Hans**
Breitestrasse 22 Sulz
CH-8544 Rickenbach-Attikon(CH)

74

Vertreter: **Dipl.-Ing. H. Marsch Dipl.-Ing. K. Sparing**
Dipl.-Phys.Dr. W.H. Röhl Patentanwälte
Rethelstrasse 123
D-4000 Düsseldorf(DE)

54

Wärmeübertrager, insbesondere zum Kühlen von Gas aus einem Hochtemperaturreaktor.

57

Der zum Kühlen von Gas aus einem Hochtemperaturreaktor bestimmte Wärmeübertrager weist ein in einem Druckbehälter (102) angeordnetes Rohrbündel (105) auf, das aus in koaxialen Zylinderflächen schraubenlinienförmig gewundenen Rohren (106) besteht. Das Rohrbündel ist in einem Tragsystem gehalten, das aus zwei in axialer Richtung hintereinander angeordneten Gruppen von Tragplatten (113, 113') besteht, von denen jede Gruppe aus mindestens drei über den Umfang des Rohrbündels verteilt angeordneten Tragplatten gebildet ist, durch die sich die Rohrwindungen erstrecken. Zwischen den beiden Gruppen ist eine von Tragplatten freie Dehnzone (120) vorgesehen und die beiden Gruppen sind an ihren voneinander abgewendeten Enden im Druckbehälter (102) abgestützt.

Die Halterung des Rohrbündels in zwei Gruppen von Tragplatten ist besonders für Rohrbündel mit sehr grosser axialer Länge vorteilhaft.

EP 0 172 363 A2

1

P.5901 StphGebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur, SchweizWärmeübertrager, insbesondere zum Kühlen von Gas aus
einem Hochtemperaturreaktor.

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere zum Kühlen von Gas aus einem Hochtemperaturreaktor, mit in einem Druckbehälter angeordnetem Rohrbündel von in coaxialen Zylinderflächen schraubenlinienförmig gewundenen Rohren, die in einem Tragsystem gehalten sind,
5 das aus zwei in axialer Richtung hintereinander angeordneten Gruppen von Tragplatten besteht, von denen jede Gruppe aus mindestens drei über den Umfang des Rohrbündels verteilt angeordneten Tragplatten besteht, durch
10 die sich die Rohrwindungen erstrecken.

Ein Wärmeübertrager dieser Art ist aus der DE-PS 30 37 386 bekannt. Bei diesem Wärmeübertrager, der zum Kühlen von Gas sehr hoher Temperatur, z.B. 800°C, bestimmt ist, ist
15 im Zentrum des Rohrbündels ein Rohr vorgesehen, an dem die Austrittsenden der Rohre des Rohrbündels angeschlossen sind. Dieses zentrale Rohr dient also zum Abführen

des sekundären Kühlmittels, nachdem dieses die Rohre des Bündels durchströmt und dabei Wärme aus dem heissen Gas aufgenommen hat. Jede Gruppe von Tragplatten ist beim bekannten Wärmeübertrager über relativ dünnwandige

5 Hülsen an dem zentralen Rohr befestigt, wodurch das Tragsystem in radialer Richtung elastisch ausgebildet werden soll. Die Tragplatten einer oberen Gruppe können sich dabei auf den fluchtenden Tragplatten der darunter befindlichen Gruppe abstützen, um die an den Tragplatten

10 wirkenden Drehmomente zum grossen Teil von den Hülsen fernzuhalten. Bei dem bekannten Wärmeübertrager, der sich im Betrieb an sich bewährt hat, ist nachteilig, dass es zur Befestigung der Tragplatten des zentralen Rohres bedarf. Ausserdem eignet sich der Wärmeübertrager haupt-

15 sächlich für Rohrbündel, deren axiale Erstreckung nur so gross ist, dass die Wärmedehnungen in axialer Richtung nicht von gravierender Bedeutung sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärme-

20 übertrager der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass auf ein zentrales Rohr zur Befestigung der Tragplatten verzichtet werden kann und das Tragsystem zur Halterung von Rohrbündeln sehr grosser axialer Länge geeignet ist.

25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass zwischen den beiden Gruppen des Tragsystems eine von Tragplatten freie Dehnzone vorgesehen ist und die beiden Gruppen an ihren voneinander abgewendeten Enden

30 im Druckbehälter abgestützt sind.

Durch die erfindungsgemässe Dehnzone können auch die Wärmedehnungsprobleme von Rohrbündeln mit sehr grosser axialer Erstreckung beherrscht werden. Ausserdem be-

35 steht kein Zwang, im Zentrum des Rohrbündels eine Rohr-

- leitung zum Abführen des Sekundärmediums vorzusehen oder die Austrittsenden der Rohre des Rohrbündels jedes für sich mittels eines Rohres durch einen zentralen Raum des Rohrbündels zur Eintrittsseite zurückzuführen. Man kann
5 also die Austrittsenden des Rohrbündels direkt an dessen Austrittsseite aus dem Druckbehälter herausführen, was konstruktiv weniger aufwendig ist als beim bekannten Wärmeübertrager.
- 10 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung sowie seine Vorteile werden anhand der Zeichnung näher erläutert, die schematisch einen Längsschnitt durch einen vertikalen Wärmeübertrager zeigt.
- 15 Der Wärmeübertrager weist einen zylindrischen Druckbehälter 102 auf, der durch einen unteren, nach aussen gewölbten Boden 100 abgeschlossen ist. Nahe dem unteren Ende des Druckbehälters 102 ist ein Gaseintrittsstutzen 103 vorgesehen, der mit einer nicht gezeigten Leitung
20 verbunden ist, die heisses Heliumgas aus einem Hochtemperaturreaktor dem Behälter zuführt. An seinem oberen Ende weist der Behälter 102 einen nach unten gewölbten Deckel 104 mit einer zentralen Gasaustrittsöffnung 14 auf. Der Deckel 104 stützt sich auf einem umlaufenden,
25 nach innen vorstehenden Rand 15 des Druckbehälters 102 ab und ist an diesem mittels nicht dargestellter Schrauben befestigt. Im Druckbehälter 102 ist ein Rohrbündel 105 untergebracht, das aus wasser- bzw. dampfführenden Rohren 106 besteht. Die Rohre sind über den
30 grössten Teil ihrer Länge nach Schraubenlinien gewunden und bilden mehrere koaxiale Rohrzyylinder, die sich auch koaxial zum Behälter 102 befinden.
- Nahe unterhalb des Deckels 104 weist der Druckbehälter
35 102 einen dessen Wand seitlich durchdringenden Wasser-

eintrittsstutzen 109 auf, der sich innerhalb des Druckbehälters erweitert und in einer vertikalen, horizontale Bohrungen aufweisenden Rohrplatte 19 endet. In gleicher Weise ist zwischen dem unteren Ende des Rohrbündels 105 und dem Boden 100 ein Dampfaustrittsstutzen 110 vorgesehen, der in einer vertikalen, horizontale Bohrungen aufweisenden Rohrplatte 11 endet.

Auf einem inneren, unterhalb des Wassereintrittsstutzens 109 angeordneten horizontalen Flansch 12 des Druckbehälters 102 ist ein zylindrischer, zum Behälter ebenfalls koaxialer und das Rohrbündel 105 umgebender Mantel 114 befestigt, der sich nach unten bis auf eine zwischen dem Gaseintrittsstutzen 103 und dem Dampfaustrittsstutzen 110 gelegenen Höhe erstreckt.

Ebenfalls koaxial zum Behälter 102 ist im Zentrum des Rohrbündels 105 ein zylindrischer, am oberen Ende geschlossener Verdrängungskörper 112 angeordnet, der mittels eines vierarmigen Kreuzes 13 am oberen Ende des Mantels 114 befestigt ist und sich nach unten bis auf eine Höhe etwas oberhalb des Gaseintrittsstutzens 103 erstreckt. An jedem Arm des Kreuzes 13 ist eine sich vertikal nach unten und radial erstreckende Tragplatte 113 befestigt, wobei diese vier Tragplatten 113 zusammen eine erste Gruppe von zwei Gruppen eines Tragsystems für die Rohre 106 bilden. Der untere Rand der Tragplatten 113 verläuft von innen nach aussen schräg abwärts, so dass sich aussen eine grössere Länge der Tragplatten ergibt als innen. Im unteren Bereich des Rohrbündels 105 erstreckt sich in dessen Zentrum ein weiterer Verdrängungskörper 112', der an seinem unteren Ende geschlossen ist und dessen oberes Ende im Durchmesser abgesetzt ist und in das untere Ende des Verdrängungskörpers 112 ragt, so dass die beiden Enden ineinander gleiten können.

Am Verdrängungskörper 112' sind vier vertikale und sich radial erstreckende Tragplatten 113' befestigt, die je mit einer der Tragplatten 113 der ersten Gruppe fluchten. Die vier Tragplatten 113' bilden zusammen die zweite Gruppe des Tragsystems. Der obere Rand der Tragplatten 113' der zweiten Gruppe verläuft horizontal.

Die Rohre 106 sind an der Rohrplatte 19 des Wassereintrittsstutzens 109 angeschlossen und verteilen sich zunächst in einer oberen Umlenkzone 116 gleichmässig um den Verdrängungskörper 112 herum. Sie bilden dann als schraubenlinienförmig gewundene Rohre bis zum unteren Ende des weiteren Verdrängungskörpers 112' das Rohrbündel 105. Anschliessend durchlaufen die Rohre 106 eine untere Umlenkzone 118 und enden an der Rohrplatte 11 des Dampfaustrittsstutzens 110. Durch die Formgebung der Rohre in der Umlenkzone 118, die die heisseste Zone des Wärmeübertragers bildet, können sich die in dieser Zone liegenden Rohrabchnitte unter dem Einfluss von Wärmedehnungen gut verformen. In ihrem schraubenlinienförmigen Verlauf erstrecken sich die Rohre 106 durch Löcher in den Tragplatten 113 und 113', wodurch sie sicher geführt und gehalten werden. Zwischen den Tragplatten 113 der ersten Gruppe und den Tragplatten 113' der zweiten Gruppe ist eine Dehnzone 120 vorgesehen, die frei von Tragplatten ist und durch die sich also die Windungen der Rohre 106 wie Schraubenfedern und mit im wesentlichen gleicher Steigung wie in ihrem Verlauf durch die Tragplatten ungestützt erstrecken. Infolge des schräg abwärts verlaufenden unteren Randes der Tragplatten 113 weisen die nahe den Verdrängungskörpern 112 und 112' befindlichen Rohre eine grössere axiale Länge innerhalb der Dehnzone 120 auf als die aussen liegenden Rohre, so dass eine bessere Uebereinstimmung des Dehnverhaltens

zwischen den inneren Rohren mit kleinem Windungsradius und den äusseren Rohren mit grösserem Windungsradius erreicht wird. Die Tragplatten 113' der zweiten Gruppe sind an ihrem unteren Rand mittels je einer Lasche 130 am Boden 100 des Druckbehälters gelenkig befestigt, so dass die vier Laschen 130 zusammen die zweite Tragplattengruppe tragen. Die Tragplatten 113' weisen keine Verbindung mit dem Mantel 114 auf, so dass die zweite Gruppe sich unabhängig vom Mantel 114 in axialer Richtung dehnen kann.

Im Betrieb des Wärmeübertragers fliesst durch den Gas-eintrittsstutzen 103 heisses Helium mit einer Temperatur von ca. 700°C und einem Druck von etwa 65 bar in den Druckbehälter 102 und verteilt sich im Ringraum zwischen der Druckbehälterwand und dem Mantel 114. Das heisse Gas strömt ferner in die untere Umlenkzone 118 unterhalb des Mantels 14 und durchströmt dann den Raum zwischen dem Mantel 114 und den Verdrängungskörpern 112 und 112', wobei es an den Rohren 106 abgekühlt wird. Es entweicht - immer noch einen Druck von ca. 65 bar, aber eine Temperatur von nur noch 280°C aufweisend - durch die zentrale Oeffnung 14 zu einem nicht gezeigten Gebläse. Die Kühlung des Heliumgases geschieht durch Wärmeübertragung an Wasser, das über den Wassereintrittsstutzen 109 mit einer Temperatur von ca. 200°C den Rohren 106 zuströmt. In den schraubenlinienförmig gewickelten Rohrabschnitten verdampft das Wasser und verlässt mit etwa 530°C und 185 bar den Wärmeübertrager über den Dampfaustrittsstutzen 110, von wo aus der Dampf zum Zwecke der Stromerzeugung und/oder der Heizung verwendet wird.

Obwohl der Dampfaustrittsstutzen 110 im heissesten Bereich des Wärmeübertragers angeordnet ist, ist die

Formgebung der Rohre 106 in der unteren Umlenkzone 118 relativ einfach, wobei die Rohre nur geringfügige Dehnungen in radialer Richtung auszugleichen haben. Noch einfacher ist die Gestaltung der Rohre 106 in der oberen Umlenkzone 116. Durch die Befestigung der ersten Tragplattengruppe an deren oberen Ende und die Befestigung der zweiten Tragplattengruppe mittels der Laschen 130 am Boden 100 des Druckbehälters können sich beide Gruppen innerhalb der auslegungsmässigen Wärmedehnungen des Wärmeübertragers wegen der Dehnzone in axialer Richtung gegeneinander bewegen, ohne dass wesentliche Spannungen entstehen. Radiale Wärmedehnungen des Rohrbündels 105 in seinem heissesten Bereich sowie der ebenfalls im heissesten Bereich des Wärmeübertragers befindlichen Tragplatten 113' der zweiten Gruppe können dank der gelenkigen Befestigung der Laschenenden praktisch spannungsfrei aufgenommen werden.

Bei der Montage des Wärmeübertragers können zum Schutz der Rohre 106 und auch zur Vereinfachung der Arbeiten die beiden Tragplattengruppen und/oder die beiden Verdrängungskörper 112 und 112' miteinander starr verbunden werden, z.B. mittels Zugankern.

Abweichend von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel kann der Wärmeübertrager auch mit horizontaler Achse oder in irgendeiner beliebigen Neigung angeordnet werden. Die Dehnzone 120 kann in einem höheren Bereich liegen. Die Ein- und/oder die Austrittsstutzen für das Kühlmedium und das zu kühlende Medium können anders als gezeichnet angeordnet sein. Die an die Dehnzone grenzenden Ränder der Tragplatten 113 und 113' können, je nach gewünschten Dehneigenschaften der schraubenlinienförmig gewickelten Rohre in der Dehnzone, einen gegenüber dem gezeichneten unterschiedlichen Verlauf haben. Der Mantel

114 kann weggelassen werden oder z.B. als berohrte Wand ausgebildet sein. Bei entsprechend hohen Temperaturen kann der Druckbehälter innen oder aussen oder auf beiden Seiten, mindestens im heissen Bereich, isoliert werden.

- 5 Es ist auch möglich, mindestens eine der Tragplattengruppen mit dem Mantel gleitbar zu verbinden. Dabei kann im Mantel 114 im Bereich jeder Tragplatte 113 mindestens ein axialer Führungsschlitz vorgesehen sein, in
10 den ein an der zugehörigen Tragplatte befestigter Gleitschuh geführt ist, dessen Länge in axialer Richtung kleiner ist als die axiale Länge des Schlitzes, gemäss Patent CH-PS 613 274.

- Die Anzahl der Tragplatten kann auch grösser als vier
15 sein, und die Anzahl in einer Gruppe kann gegenüber derjenigen in den anderen Gruppen verschieden sein.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Wärmeübertrager, insbesondere zum Kühlen von Gas aus einem Hochtemperaturreaktor, mit in einem Druckbehälter angeordnetem Rohrbündel von in koaxialen Zylinderflächen schraubenlinienförmig gewundenen
5 Rohren, die in einem Tragsystem gehalten sind, das aus zwei in axialer Richtung hintereinander angeordneten Gruppen von Tragplatten besteht, von denen jede Gruppe aus mindestens drei über den Umfang des Rohrbündels verteilt angeordneten Tragplatten besteht,
10 durch die sich die Rohrwindungen erstrecken, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den beiden Gruppen des Tragsystems eine von Tragplatten freie Dehnzone vorgesehen ist und die beiden Gruppen an ihren voneinander abgewendeten Enden im Druckbehälter
15 abgestützt sind.
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, mit einem im Zentrum des Rohrbündels angeordneten, rohrartigen Verdrängungskörper, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper im Bereich der Dehnzone in zwei
20 teleskopartig ineinander geführte Abschnitte unterteilt ist und die Tragplatten einer der beiden Gruppen an dem ihnen benachbarten Abschnitt befestigt sind.
- 25 3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Erstreckung der Dehnzone - in radialer Richtung gesehen - von innen nach aussen abnimmt.

4. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass für das die Rohre des
Rohrbündels durchströmende Sekundärmedium im Bereich
der beiden Enden des Rohrbündels ein die Wand des
5 Druckbehälters seitlich durchdringender Eintritts-
bzw. Austrittsstutzen vorgesehen ist.

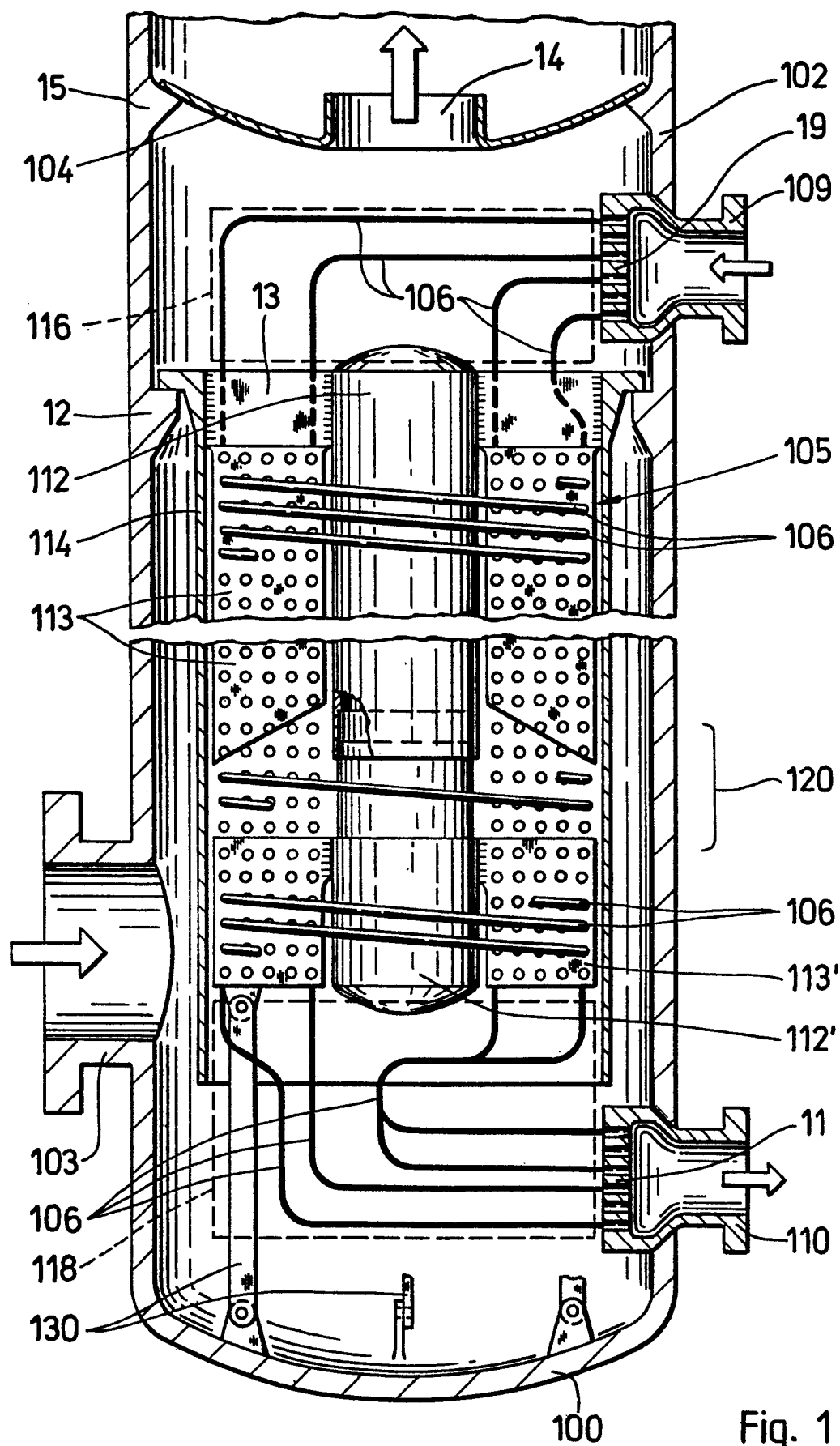


Fig. 1