(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 278 961**
B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **31.10.90**

(51) Int. Cl.[5]: **F 28 D 7/02**, F 28 F 9/02 // F28F21/06, F28D11/06, F28G13/00

(21) Anmeldenummer: **87905169.6**

(22) Anmeldetag: **21.08.87**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH87/00106

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 88/01362 25.02.88 Gazette 88/05

(54) **GEGENSTROM-WÄRMEAUSTAUSCHER MIT WENDELROHRBÜNDEL.**

(30) Priorität: **21.08.86 CH 3348/86**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.08.88 Patentblatt 88/34

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.10.90 Patentblatt 90/44

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 80 161
DE-A-2 938 324
DE-B-1 094 774
FR-A-1 517 138
FR-A-2 214 874
FR-A-2 314 459
FR-A-2 392 344
GB-A- 791 843
US-A-3 561 524

(73) Patentinhaber: **Bader, Emil**
Zürcherstrasse 1
CH-8142 Uitikon Waldegg (CH)

(72) Erfinder: **Bader, Emil**
Zürcherstrasse 1
CH-8142 Uitikon Waldegg (CH)

(74) Vertreter: **Faltas Mikhail, William**
68, route de Drize
CH-1227 Carouge-Genève (CH)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

Courier Press, Leamington Spa, England.

EP 0 278 961 B1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gegenstromwärmeaustauscher mit mindestens einem Wendelrohrbündel und einem Wendelstromkanal zum Durchfluss eines Primärfluids und eines Sekundärfluids im Gegenstrom, wobei die Wendelrohre an den Enden jedes Rohrbündels an einen Zentralverteiler bzw. Zentralsammler für das Primärfluid angeschlossen sind und jedes Rohrbündel aus Wendelrohren besteht, die in einer entsprechenden Wendelfläche mit konstanter Ganghöhe um eine gemeinsame Längsachse herum gewunden und lückenlos aneinandergereiht sind, um einen geschlossenen Wendelstromkanal zwischen einem Kernrohr und einem Mantelrohr zu bilden.

Der Stand der Technik in bezug auf Wärmeaustauscher dieser Art kann beispielsweise anhand der folgenden Patentveröffentlichungen erläutert werden: GB-A-791843, FR-A-2482717 und FR-A-2214093.

In der GB-A-791843 wird ein Wärmeaustauscher dieser Art mit zwei Rohrbündeln aus je drei Wendelrohren bzw. einem Rohrbündel aus vier Wendelrohren beschrieben, die radial an einen Verteilerkasten und parallel zur Längsachse an einen Sammelkasten angeschlossen sind. In der Beschreibung wird erwähnt, dass die Wendelrohre beinahe in Berührung sind, nicht in Berührung miteinander sein müssen, nicht ganz dichte Zwischenwände bilden und einen nicht ganz dichten Wendelkanal begrenzen. Die hier beschriebene Anordnung dürfte kaum für einen Wärmeaustauscher mit einer Vielzahl von Wendelrohren und Rohrbündeln vorgesehen bzw. geeignet sein.

Bekannte Wärmeaustaustauscher der eingangs geannten Art weisen im allgemeinen eine geringe Anzahl von Wendelrohren und Rohrbündeln auf. Das Anschliessen der schwer zugänglichen Enden der aneinandergereihten Wendelrohre erfordert meistens eine bedeutende Umbiegung der Rohrenden aus der entsprechenden Wendelfläche, um sie mit einem herkömmlichen Verteiler bzw. Sammler (z.B. durch Schweissen oder Löten) zu verbinden, ist an sich kompliziert und wird bei zunehmender Rohrzahl erheblich erschwert. Bekannte Wärmeaustauscher mit einer geringen Anzahl von Wendelrohren und einer entsprechend begrenzten Wärmeaustauschfläche haben jedoch einen beschränkten Anwendungsbereich.

Bei einem Gegenstromwärmeaustauscher der eingangs genannten Art werden die Wendelrohre zu praktisch geschlossenen Wendelflächen lükkenlos aneinandergereiht, um geschlossene Wendelkanäle zu bilden und den Betrieb im Gegegnstromfluss mit optimalem Wirkungsgrad zu sichern.

Die Herstellung von solchen Wärmeaustauschern war bisher bestenfalls mit einer geringen Anzahl von Wendelrohren mglich und wird bei zunehmender Rohrzahl insofern besonders problematisch, als das Anschliessen der aneinanderliegenden Wendelrohre infolge der Unzugänglichkeit der Rohrenden besonders schwierig wird und mit herkmmlichen Anschlüssen nicht möglich ist.

Die diesbezüglichen Probleme lassen sich unter anderem dadurch erklären, dass Rohrwendel sich nicht so genau formen lassen, dass sie ohne Spannungen zu verursachen aneinandergereiht werden können. Bei der seitlichen Berührung von runden Rohren entlang einer Spirallinie, wirken sich Spannungen so aus, dass bei geringen Strungen, ein Wendelrohr vom anderen abrutschen kann. Die konvexen Rohrwandungen, die gegeneinander drücken, sind somit im instabilen Gleichgewicht, so dass eine kleine auslenkende Kraft ungesicherte Wendelrohre aus ihrer richtigen Lage bringen kann.

Es ist einerseits besonders schwierig, starre Rohre zu genau aneinanderliegenden Wendeln umzubiegen und auf sichere Weise mit einem herkömmlichen Verteiler bzw. Sammler zu verbinden.

Flexible Rohre lassen sich andererseits viel leichter wickeln, müssen aber in ihrer gewünschten Stellung im Rohrbündel gesichert werden, um stabile Wendelrohrbündel zu erzielen.

Die Fertigung von kompakten Gegenstromwärmeaustauschern mit einer möglichst grossen Anzahl von Wendelrohren wäre besonders vorteilhaft, um sehr grosse Wärmaustauschflächen mit einem optimalen Wirkungsgrad zu erzielen und damit eine erhebliche Erweiterung des Anwendungsbereiches solcher Wärmeaustauscher zu ermöglichen.

Für gewisse Anwendungen ist ferner die Verwendung von korrosionsbeständigen Werkstoffen besonders erwünscht bzw. erfoderlich und Kunststoffrohre könnten zu diesem Zweck besonders geeignet sein.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Wärmeaustauscher der eingangs genannten Art zu schaffen, der eine grössere Anzahl von Wendelrohren aufweisen kann und dabei auch einfach und kostengünstig hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Wendelrohre an den Enden jedes Rohrbündels mit einem Hilfsverteiler oder Hilfssammler verbunden sind, der aus einer senkrecht zur entsprechenden Wendelfläche stehenden gelochten Anschlussplatte und einem abnehmbaren Deckel zum Anschluss an den Zentralverteiler bzw. Zentralsammler für das Primärfluid besteht und zwischen dem Kernrohr und dem Mantelrohr so angeordnet ist, dass die Enden der Wendelrohre ohne wesentliche Abweichung derselben von der entsprechenden Wendelfläche an den Hilfsverteiler bzw. Hilfssammler angeschlossen sind. Diese gelochte Anschlussplatte jedes Hilfsverteilers bzw. Hilfssammlers ist jeweils mit versetzt angeordneten Bohrungen versehen, wobei die Enden der aneinanderliegenden Wendelrohre ohne wesentliche Abweichung derselben von der entsprechenden Wendelfläche in entsprechenden versetzt angeordneten Bohrungen der Anschlussplatte aufgenommen und mit dieser fest verbunden sind.

Die Anschlussplatte jedes erfindungsgemäss

vorgesehenen Hilfsverteilers bzw. Hilfssammlers ist mit zwei Reihen von versetzt angeordneten Bohrungen versehen, die parallel zur entsprechenden Wendelfläche in geringem Abstand an beiden Seiten derselben verlaufen, wobei die Enden der Wendelrohre abwechselnd an beiden Seiten dieser Wendelfläche leicht abgebogen sind, anschliessend parallel zu dieser Wendelfläche verlaufen und abwechselnd an entsprechenden Bohrungen der beiden Relhen angeschlossen sind.

Gemäss einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Wärmeaustauscher dadurch gekennzeichnet, dass jedes Rohrbündel aus flexiblen Wendelrohren besteht, die an Stützarmen frei anliegen, wobei diese Stützarme mit dem Kernrohr fest verbunden und in der entsprechenden Wendelfläche um das Kernrohr herum verteilt sind, so dass die Wendelrohre gegeneinander in unverückbarer Lage abgestützt sind.

Die flexiblen Wendelrohre können vorteilhaft durch die Stützarme in der entsprechenden Wendelfläche in entgegengesetzten Axialrichtungen gekrümmt und abgestützt sein.

Die Wendelrohre sowie die erfindungsgemässen Hilfsverteiler bzw. Hilfssammler können vorteilhaft aus beliebigen geeigneten Kunststoffen, beispielsweise aus Teflon, bestehen. In diesem Fall können die Enden der Wendelrohre in den entsprechenden Bohrungen der Anschlussplatte auf einfache Weise durch eine Schmelzverbindung dicht angeschlossen werden. Alle Teile des Wärmeaustauschers können vorzugsweise aus denselben Kunststoffen bestehen, oder zumindest mit diesen bedeckt sein, um eine möglichst hohe Beständigkeit des gesamten Wärmeaustauschers gegen chemische Angriffe und dadurch eine maximale Lebensdauer zu erzielen.

Die Stützarme sind vorteilhaft mit einer Verzahnung für die Aufnahme der Wendelrohre versehen und zur Versteifung profiliert.

Diese Stützarme sind ferner vorteilhaft in bezug auf die gemeinsame Längsachse, vorzugsweise abwechselnd in entgegengesetzten Axialrichtungen geneigt.

Die in der entsprechenden Wendelfläche in Axialrichtung sowie in Umfangsrichtung versetzten Stützarme, die am Kernrohr einseitig befestigt und an denen alle Wendelrohre eines Rohrbündels jeweils frei anliegen und gleichmässig abgestützt sind, ermöglichen die Einhaltung der wendelförmigen Konfiguration des gesamten Rohrbündels.

Die Stützarme erfüllen verschiedene Funktionen in bezug auf den Aufbau der Wendelrohrbündel auf dem Kernrohr, die wie folgt erläutert werden können. Beim Wickeln von flexiblen Rohren aus Kunststoff oder weichem Metall werden die Rohre jeweils infolge der erforderlichen Zugkraft gespannt, damit die nacheinander geformten Rohrwendeln dicht aneinander zu liegen kommen. Diese Zugkraft schmiegt somit die erste bzw. innerste Rohrwendel am Kernrohr und jede weitere Rohrwendel an die vorhergehende an. Diese Zugkraft übt auf die Rohre eine radiale Kraft aus, die sich in zwei Komponenten zerlegen lässt, wovon eine parallel und die andere quer zur Längsachse des Stützarmes gerichtet ist. Die zum Stützarm parallel gerichtete Komponente drückt die jeweils durch Krümmen entstehende Rohrwendel zu der inneren, vorherigen Wendel hin, und die Querkomponente drückt die Rohrwendel gegen den Stützarm. Statisch gesehen wirkt jeder Stützarm als einseitig (am Kernrohr) eingespannter Träger.

Es ist bekannt, dass das maximale Biegemoment eines einseitig eingespannten Trägers, der am anderen Ende frei aufliegt, mehrmals kleiner ist als beim einseitig eingespannten, freitragenden Träger.

Wenn die Stützarme eine relativ grosse Länge bzw. Tragweite haben sollen, um eine entsprechend grosse Anzahl Rohrwendel abzustützen, können die äusseren Enden der Stützarme durch seitliche Spannbänder gehalten werden, so dass die Stützarme durch diese Bänder abgestützt und damit versteift sind, und dass ihre Bauhöhe entsprechend klein gehalten werden kann.

Gemäss einer vorteilhaften Ausführung sind die Stützarme in verschiedenen Radialebenen verteilt und an ihrem freien Ende durch Spannbänder in jeder Radialebene miteinander verbunden.

Solche Spannbänder werden damit auf vorteilhafte Weise so angeordnet, dass sie einerseits die Abstände zwischen den übereinanderliegenden Stützarmen konstant halten, so dass die Höhe bzw. der Querschnitt der Wendelstromkanäle überall gleich gross gehalten wird. Andererseits sichern die Spannbänder die äussersten Windungen, wobei dies insbesondere beim Verschieben der Wendelrohrbündel-Anordnung relativ zum Mantelrohr wichtig sein kann.

Um den Wärmeaustausch zu verbessern kann der erfindungsgemässe Wärmeaustauscher, insbesondere bei Verwendung von metallischen Wendelrohren, um seine gemeinsame Längsachse drehbar gelagert und mit einem Antrieb verbunden sein, der so ausgebildet ist, dass er den Wärmeaustauscher in eine pendelnde Drehbewegung versetzen kann.

Die Wärmeübertragung im erfindungsgemässen Gegenstrom-Wärmeaustauscher mit Wendelrohrbündeln wird hier dadurch gesteigert, dass der gesamte Wärmeaustauscher in steter Folge um seine Längsachse hin- und hergedreht wird. Die Wärmeübertragung zwischen einem strömenden Fluid und einer Rohrwand ist bekanntlich in der Anlaufstrecke am grössten, wobei sie je nach den Strömungsverhältnissen in der Anlaufstrecke vielfach grösser sein kann als nach einer gewissen durchströmten Strecke. Dieses Phänomen wird hier dadurch ausgenützt, dass man den Wärmeaustauscher sich um seine Längsachse hin- und herdrehen lässt. Dadurch schwellen die zusätzlichen Geschwindigkeiten der beiden Flüssigkeiten gegenüber der Rohrwand, die sich den Grundströmungen überlagern, sowohl in den Rohren, wie auch ausserhalb, ständig an und ab. Liegen die zusätlichen Relativgeschwindigkeiten

und die Grundströmung innerhalb derselben Grössenordnung, werden dadurch im Takt mit der pendelnden Drehbewegung immer wieder hydrodynamische Anlaufbedinungen hervorgerufen, die zur Steigerung des Wärmeüberganges an der Innen- und Aussenseite der Rohrwand führen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längschnitt einer Ausführung des Wärmeaustauschers.

Fig. 2 einen Querschnitt einer Anschlusskammer der Ausführung gemäss Fig. 1.

Fig. 3 einen Querschnitt einer weiteren Ausführung mit vier Rohrbündeln und Stützarmen.

Fig. 4 eine teilweise perspektivische Ansicht von Stützarmen auf einem Kernrohr.

Fig. 5 die Abwicklung eines gemäss Fig. 4 abgestützten Wendelrohrs.

Fig. 6 einen teilweisen Längschnitt eines mit Spannbändern versehenen Ausführung des Wärmeaustauschers gemäss Fig. 3.

Fig. 7 eine teilweise perspektivische Ansicht eines Spannbands der Ausführung gemäss Fig. 6.

Fig. 8 einen teilweisen Längschnitt einer weiteren Ausführung des Wärmeaustauschers mit einer Variante der Stützarme und Spannbänder.

Fig. 1 zeigt eine Ausführung des Wärmeaustauschers mit zwei Wendelrohrbündeln 1A, 1B zum Durchfluss eines Primärfluids im Gegenstromfluss mit einem Sekundärfluid, das zwei entsprechende Wendelstromkanäle 2A, 2B durchfliesst, die zwischen den zwei parallel verlaufenden Wendelrohrbündeln 1A und 1B gebildet sind.

Wie durch Pfeile zu oberst in Fig. 1 angezeigt, wird das Primärfluid von einem Primäreintritt 3 über einen Zentralverteiler 4 und zwei Hilfsverteiler 5A, 5B dem oberen Ende der Wendelrohrbündel 1A, 1B zugeführt und an ihrem unteren Ende über zwei Hilfssammler 6A, 6B, einen Zentralsammler 7 und einen oberen Primäraustritt 8 abgeführt.

Die Hilfsverteiler 5A, 5B sowie die Hilfssammler 6A, 6B bestehen aus einer zweiteiligen Anschlusskammer und werden nachfolgend als Anschlusskammer bezeichnet.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich sind die Rohrbündel 1A, 1B mit ihren entsprechenden Anschlusskammern 5A, 5B und 6A, 6B in einem geschlossenen Ringraum zwischen einem Kernrohr 9 und einem koaxialen Mantelrohr 10 mit einer gemeinsamen Längsachse des Wärmeaustauschers angeordnet. Wie in Fig. 1 schematisch gezeigt besteht jedes Rohrbündel 1A, 1B aus zehn Wendelrohren, die um die gemeinsame Längsachse herum in einer entsprechenden Wendelebene mit konstanter Ganghöhe gewunden und zwischen dem Kernrohr 9 und dem Mantelrohr 10 eng aneinandergereiht sind.

Das Wärmeaustauschergehäuse besteht aus dem Mantelrohr 10 mit einem Aussenflansch 11, einem Boden 12 und einem Abschlussdeckel 13, der hier aus einem Stück mit dem Kernrohr 9 besteht und mit dem Aussenflansch 11 dicht verbunden wird. Dieser Abschlussdeckel 13 bildet zusammen mit dem Kernrohr 9, dem Mantelrohr 10 und dem Boden 12 den geschlossenen Ringraum, der die Rohrbündel 1A, 1B mit ihren vier Anschlusskammern 5A, 5B, 6A, 6B umschliesst, wobei ein Sekundäreintritt 14 im Boden 12 ein Sekundärfluid zuführt, das die Wendelstromkanäle 2A, 2B aufwärts durchfliesst und durch einen seitlichen Sekundäraustritt 15 am oberen Ende des Mantelrohrs 10 abgeführt wird.

Der Aufbau der Anschlusskammern 5A, 5B und 6A, 6B ist in Fig. 2 im Querschnitt dargestellt und besteht aus einer gelochten Anschlussplatte 16 und einem darauf angebrachten abnehmbaren Deckel 17 mit einem Rohrstück 18, das die Anschlusskammer jeweils mit dem entsprechenden im Kernrohr 9 angeordneten Zentralverteiler 4 oder Zentralsammler 7 verbindet.

Die Anschlussplatte 16 der Anschlusskammern 5A, 5B, 6A, 6B ist senkrecht zur entsprechenden Wendelebene angeordnet und mit Bohrungen versehen, die zur Aufnahme der Enden der Wendelrohre in zwei Reihen versetzt angeordnet sind und parallel zur Wendelebene in kurzem Abstand verlaufen. Die Enden der aneinandergereihten Wendelrohre sind in den entsprechenden versetzten Bohrungen der zwei Reihen in der Anschlussplatte 16 aufgenommen, mit dieser dicht verbunden und damit an die entsprechende Anschlusskammer 5A, 5B oder 6A, 6B parallel angeschlossen.

Der Deckel 17 wird nach dem Anschliessen der Wendelrohre mit der Anschlussplatte 16 auf irgende eine geeignete Weise, z.B. mit Schrauben und Dichtungsmitteln dicht verbunden.

Zum Anschliessen an die vorgesehenen Anschlusskammern müssen die Enden der Wendelrohre nur geringfügig verbogen werden, um abwechselnd in zwei benachbarten Ebenen versetzt angeordneten Reihen von entsprechenden Bohrungen parallel zur entsprechenden Wendelebene in der gelochten Anschlussplatte 16 eingesetzt und befestigt zu werden.

Diese spezielle Anordnung der Anschlusskammern bietet entscheidende Vorteile gegenüber bekannten Rohranschlüssen, die eine bedeutende Verbiegung der Rohrenden erfordern, um sie mit einer herkömmlichen Anschlussplatte oder dergleichen dicht zu verbinden. Die Anordnung der Anschlusskammern umgeht damit auf sehr einfache Weise die wichtigen Probleme beim Anschliessen der Rohrbündel, wobei das komplizierte Abbiegen zum Anschliessen von zahlreichen unzugänglichen aneinandergrenzenden Rohren sowie jede Beinträchtigung ihrer Festigkeit durch ihre Verformung beim Abbiegen mit einem zu kleinen Biegeradius einfach umgangen werden.

Nach dem Lösen des Abschlussdeckels 13 vom Aussenflansch 11 kann der gesamte Einsatz, bestehend aus dem Abschlussdeckel 13 mit dem Kernrohr 9 und den Rohrbündeln 1A, 1B mit den Anschlusskammern 5A, 5B und 6A, 6B, dem Primäreintritt 3, dem Zentralverteiler 4 und dem Zentralsammler 7 mit dem Primäraustritt 8, als ganzes aus dem Mantelrohr 10 herausgezogen werden.

Dank dieser speziellen Anordnung der Wendelrohrbündel 1A, 1B mit den Anschlusskammern 5A, 5B und 6A, 6B auf dem Kernrohr 9, können damit die Rohrbündel auf besonders einfache Weise freigelegt und durch geeignete Mittel, z.B. mit Flüssigkeitsstrahlen oder Bürsten, die seitlich eingebracht werden, nach Bedarf rasch und wirksam gereinigt werden.

Dies stellt insofern einen besonders wichtigen Vorteil der Wärmeaustauscheranordnung dar, als eine wirksame Reinigung der Wendelrohrbündel bei vielen Anwendungen unerlässlich ist, insbesondere wenn das Sekundärfluid auf der Aussenfläche der Wendelrohre einen Belag bildet, der den Wärmeaustausch mehr oder minder rasch beinträchtigt.

Die oben beschriebene Ausführung des Wärmeaustauschers umfasst zwei Wendelrohrbündel, wobei ihre Anzahl leicht erhöht werden kann.

Im Gegensatz zu bekannten Wärmeaustauschern derselben Art, kann jedoch sowohl die Anzahl der aneindergrenzenden Wendelrohre des Rohrbündels als auch die Anzahl der Rohrbündel durch eine entsprechende Ausrüstung des Wärmeaustauschers mit den jeweils erforderlichen Anschlusskammern ohne besondere Schwierigkeit erhöht werden.

Es ist ferner möglich, bei zunehmender Anzahl der Rohrbündel, die Anschlusskammern in mehreren Querebenen anzuordnen d.h. in bezug auf die gemeinsame Längsachse so zu versetzen, dass eine beliebige Anzahl Rohrbündel mit gleicher Ganghöhe an beiden Enden derselben erfindungsgemäss mit Hilfsverteilern und Hilfssammlern zwischen dem Kernrohr und dem Mantelrohr ausgerüstet werden kann.

Wenn die Rohrbündel des Wärmeaustauschers aus Rohren mit geringer Steifigkeit bestehen, z.B. aus Kunststoffrohren oder weichen Metallröhrchen, werden die Rohrbündel aus flexiblen Rohren durch versetzt angeordnete Stützarme abgestützt, wie in Fig. 3 bis 7 gezeigt.

Der im Querschnitt in Fig. 3 gezeigte Wärmeaustauscher entspricht im wesentlichen der beschriebenen Anordnung gemäss Fig. 1, 2, wobei gleichartige Teile in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

Die Ausführung gemäss Fig. 3 weist jedoch vier Wendelrohrbündel 1A bis 1D mit je vier entsprechenden Hilfsverteilern und Hilfssammlern auf, die jeweils der beschriebenen Anschlusskammer gemäss Fig. 2 entsprechen.

In Fig. 3 sind die vier Wendelrohrbündel 1A bis 1D mit den vier Hilfsverteilern bzw. Anschlusskammern 5A bis 5D, sowie Stützarme 20 und Spannbänder 21 gezeigt.

Bei den Ausführungen gemäss Fig. 3 bis 8 ist der Wärmeaustauscher mit einer Mehrzahl von Stützarmen 20 ausgerüstet, die jeweils ein Wendelrohrbündel abstützen, am Kernrohr 9 befestigt und in den den Rohrbündeln entsprechenden Wendelebenen verteilt sind, wobei die Wendelrohre an diesen Stützarmen 20 frei anliegen und abgestützt sind.

Es ist ferner aus Fig. 3 und 6 ersichtlich, dass diese Stützarme 20 sich vom Kernrohr 9 radial nach aussen bis zur Innenseite des Mantelrohrs 10 erstrecken, wobei sie an ihrem freien äusseren Ende durch Spannbänder 21 festgehalten werden.

Die Stützarme 20 sind in verschiedenen Radialebenen verteilt, so dass sie jeweils in entsprechenden Reihen parallel zur gemeinsamen Längsachse ausgerichtet sind, wie insbesondere aus Fig. 6 ersichtlich, wobei der axiale Abstand zwischen den Stützarmen in jeder Reihe dem Abstand zwischen den benachbarten Windungen der Rohrbündel entspricht und damit die axiale Höhe jedes Wendelstromkanals bestimmt.

Fig. 4 zeigt zur Vereinfachung der Zeichnung nur zwei Wendelrohrabschnitte und zwei am Kernrohr 9 befestigte Stützarme 20, die in der entsprechenden Wendelebene angeordnet und in bezug auf die Senkrechte zur Längsachse in entgegegengesetzten Richtungen leicht nach aussen geneigt sind. Dabei liegen die Wendelrohre abwechselnd an entgegengestzten Seiten der aufeinanderfolgend angeordneten Stützarme 20 frei an und sind dadurch in entgegegengesetzten Axialrichtungen abwechselnd leicht gekrümmt.

In Fig. 5 ist die Abwicklung eines Wendelrohrs gezeigt, das auf diese Weise durch die Stützarme 20 abgestützt und abwechselnd geringfügig verbogen ist. Die Wendelrohre werden durch eine derartige wellenartige Anordnung an den Stützarmen 20 verspannt und damit in ihrer Stellung an jedem Stützarm gehalten.

Fig. 6 und 7 zeigen insbesondere eine Ausführung der Spannbänder 21 zum Festhalten der Stützarme 20 an ihren freien Enden in derselben Radialebene und mit dem erforderlichen Abstand, der die axiale Höhe der Wendelstromkanäle bestimmt. Diese Spannbänder 21 bestehen je aus einem Längsband mit einer glatten Aussenseite, haben etwa dieselbe Breite wie die Stützarme 20 und sind in regelmässigen Abständen gefaltet, die der erforderlichen axialen Höhe der Wendelstromkanäle entsprechen.

Diese gefalteten Spannbänder 21 weisen damit eine Reihe von parallelen nach innen gerichteten Stützflächen 22 zum Tragen der entsprechenden Stützarme 20 auf, die an ihrem freien Ende je mit einem Einschnitt 23 versehen sind. Die Stellung der Stützarme 20 wird hier mit einer Schnappverbindung gesichert, die aus dem Einschnitt 23 am Ende jedes Stützarmes 20 und einem entsprechenden Widerhaken 24 besteht, der von der Stützfläche 22 hervorsteht und zum Einhaken im Einschnitt 23 vorgesehen ist. Fig. 7 zeigt im wesentliche die Form des Spannbandes 21 und seine Zusammenwirkung mit einem Stützarm 20. Die hier gezeigten Spannbänder 21 können z.B. aus Metallstreifen von 0,2 mm Dicke hergestellt werden, wobei sie infolge ihrer gefalteten Form eine hohe Steifheit aufweisen.

Wie aus Fig. 6 and 7 ersichtlich, sind die Wendelrohre aneinanderliegend an den Stützarmen 20 angeordnet, wobei die äussersten Windungen jeweils in ihrer Stellung am Ende der Stützarme 20 dadurch gesichert sind, dass die

Widerhaken 24 der Spannbänder 21 zur Aufnahme in den entsprechenden Einschnitten 23 an den Enden der Stützarme 20 angepasst sind.

Die Spannbänder 21 sichern hier sowohl den erforderlichen Aussenradius der Rohrbündel als auch ihre genaue Anpassung an den Innendurchmesser des Mantelrohrs 10, wobei damit die erforderliche Abdichtung der Wendelstromkanäle sowie ihre konstante axiale Höhe am Umfang der Rohrbündel gesichert werden.

Diese seitlichen Spannbänder 21 dienen ferner zur Aufnahme von Kräften, die eventuell auf die äussersten Rohrwindungen infolge einer axialen Bewegung des Mantelrohrs 10 in bezug auf die Rohrbündel, auf diese einwirken, insbesondere wenn das Mantelrohr zwecks Reinigung der Rohrbündel entfernt wird.

Die in Fig. 6 und 7 gezeigte Anordnung der Spannbänder 20 ergibt keine bedeutende Verringerung des Durchflussquerschnitts der Wendelstromkanäle und der Aussenfläche der Wendelrohrbündel.

Fig. 8 zeigt eine Ausführung mit Wendelrohrbündeln 1A, 1B, 1C, die beidseitig an doppelflanschigen Stützarmen 120 mit Querstegen 121 anliegen.

In diesem Fall besteht jedes Spannband gemäss Fig. 8 aus einem flachen Längsband 122 und ist mit dem äussersten Steg des Stützarmes 120 durch geeignete Befestigungsmittel verbunden, z.B. nach innen ragende Sperrstifte, die in entsprechenden Öffnungen im äussersten Steg des doppelflanschigen Stützarms 120 einrasten, um als Schnappverschluss zu wirken.

Die seitlichen Spannbänder können auch jede andere geeignete Form aufweisen, um die Zusammenwirkung mit den Stützarmen zu erzielen.

Die Ausführung gemäss Fig. 8 ist insbesondere für Anwendungen geeignet, die eine Ausführung des Wärmeaustauschers aus Kunststoff erfordern, um eine ausreichende Beständigkeit gegen korrosive Medien zu sichern.

Patentansprüche

1. Gegenstromwärmeaustauscher mit mindestens einem Wendelrohrbündel (1A, 1B) und einem Wendelstromkanal (2A, 2B) zum Durchfluss eines Primärfluids und eines Sekundärfluids im Gegenstrom, wobei die Wendelrohre an den Enden jedes Rohrbündels an einen Zentralverteiler (4) bzw. Zentralsammler (7) für das Primärfluid angeschlossen sind und jedes Rohrbündel aus Wendelrohren besteht, die in einer entsprechenden Wendelfläche mit konstanter Ganghöhe um eine gemeinsame Längsaches herum gewunden und lückenlos aneinandergereiht sind, um einen geschlossenen Wendelstromkanal zwischen einem Kernrohr (9) und einem Mantelrohr (10) zu bilden, dadurch gekennzeichnet:

(a) dass die Wendelrohre an den Enden jedes Rohrbündels (1A bzw. 1B) mit einem Hilfsverteiler (5A bzw. 5B) oder Hilfssammler (6A bzw. 6B) verbunden sind, der aus einer senkrecht zur entsprechenden Wendelfläche stehenden gelochten Anschlussplatte (16) und einem abnehmbaren Deckel (17) zum Anschluss an den Zentralverteiler (4) bzw. Zentralsammler (7) für das Primärfluid besteht und zwischen dem Kernrohr (9) und dem Mantelrohr (10) so angeordnet ist, dass die Enden der Wendelrohre ohne wesentliche Abweichung derselben von der entsprechenden Wendelfläche an den Hilfsverteiler (5A bzw. 5B) bzw. Hilfssammler (6A bzw. 6B) angeschlossen sind; und

(b) dass die gelochte Anschlussplatte (16) jedes Hilfsverteilers (5A bzw. 5B) bzw. Hilfssammlers (6A bzw. 6B) jeweils mit versetzt angeordneten Bohrungen versehen ist, wobei die Enden der aneinanderliegenden Wendelrohre ohne wesentliche Abweichung derselben von der entsprechenden Wendelfläche in entsprechenden versetzt angeordneten Bohrungen der Anschlussplatte (16) aufgenommen und mit dieser fest verbunden sind.

2. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussplatte (16) jedes Hilfsverteilers bzw. Hilfssammlers mit zwei Reihen von versetzt angeordneten Bohrungen versehen ist, die parallel zur entsprechenden Wendelfläche in geringem Abstand an beiden Seiten derselben verlaufen, wobei die Enden der Wendelrohre abwechselnd an beiden Seiten dieser Wendelfläche leicht abgebogen sind, anschliessend parallel zu dieser Wendelfläche verlaufen und abwechselnd an entsprechenden Bohrungen der beiden Reihen angeschlossen sind.

3. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Rohrbündel (1A bis 1D) aus flexiblen Wendelrohren besteht, die an Stützarmen (20) frei anliegen, wobei diese Stützarme mit dem Kernrohr (9) fest verbunden und in der entsprechenden Wendelfläche um das Kernrohr (9) herum verteilt sind, so dass die Wendelrohre gegeneinander in unverückbarer Lage abgestützt sind.

4. Wärmeaustauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die flexiblen Wendelrohre durch die Stützarme (20) in der entsprechenden Wendelfläche in entgegengesetzten Axialrichtungen gekrümmt und abgestützt sind.

5. Wärmeaustauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützarme (20) mit einer Verzahnung für die Aufnahme der Wendelrohre versehen sind.

6. Wärmeaustauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützarme zur Versteifung verzahnt sind.

7. Wärmeaustauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützarme (20) in bezug auf die gemeinsame Längsachse geneigt sind.

8. Wärmeaustauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützarme (20) abwechselnd in entgegengesetzten Axialrichtungen geneigt sind.

9. Wärmeaustauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wendelrohre aus einem Kunststoff bestehen.

10. Wärmeaustauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Hilfsverteiler und der Hilfssammler im wesentlichen aus einem Kunststoff bestehen, wobei die Enden der Wendelrohre in den entsprechenden Bohrungen der Anschlussplatte (16) durch eine Schmelzverbindung angeschlossen sind.

11. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der gesamte Wärmeaustauscher um die gemeinsame Längsachse herum drehbar gelagert ist und so vorgesehen ist, dass er durch einen Antrieb einer pendelnden Bewegung ausgesetzt werden kann.

12. Wärmeaustauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützarme in verschiedenen Radialebenen verteilt sind und an ihrem freien Ende durch Spannbänder (21) in jeder Radialebene miteinander verbunden sind.

Revendications

1. Echangeur de chaleur à courants inversés comportant au moins un faisceau de tubes hélicoïdaux (1A, 1B) et un canal d'écoulement hélicoïdal (2A, 2B) pour le passage d'un fluide primaire et d'un fluide secondaire en contre-courant, les tubes hélicoïdaux étant raccordés respectivement aux extrémités de chaque faisceau de tubes à un distributeur central (4) et à un collecteur central (7) pour le fluide primaire et chaque faisceau étant composé de tubes hélicoïdaux enroulés autour d'un axe longitudinal commun dans une surface hélicoïdale correspondante à pas constant et juxtaposés sans lacune l'un contre l'autre, afin de constituer un canal d'écoulement hélicoïdal fermé entre un tuyau central (9) et une chemise tubulaire (10), caractérisé par le fait que:

(a) les tubes hélicoïdaux sont reliés aux extrémités de chaque faisceau de tubes (1A, 1B) à un distributeur auxiliaire (5A, 5B) ou un collecteur auxiliaire (6A, 6B) qui est composé d'une plaque de raccordement perforée (16) disposée perpendiculairement à la surface hélicoïdale correspondante et d'un couvercle amovible (17) de raccordement au distributeur central (4) ou au collecteur central (7) pour le fluide primaire et est disposé entre le tuyau central (9) et la chemise tubulaire (10) de manière que les extrémités des tubes hélicoïdaux soient raccordées, essentiellement sans déviation de la surface hélicoïdale correspondante, au distributeur auxiliaire (5A, 5B) ou au collecteur auxiliaire (6A, 6B); et

(b) la plaque de raccordement perforée (16) de chaque distributeur auxiliaire (5A, 5B) et collecteur auxiliaire (6A, 6B) est munie de perforations disposées en quinconce, les extrémités des tubes juxtaposés étant logées dans des perforations correspondantes disposées en quinconce dans la plaque de raccordement (16), et étant solidaires de celle-ci, essentiellement sans déviation de la surface hélicoïdale correspondante.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la plaque de raccordement (16) de chaque distributeur auxiliaire et collecteur auxiliaire est munie de deux rangées de perforations disposées en quinconce, qui s'étendent parallèlement à la surface hélicoïdale correspondante à faible distance de part et d'autre de celle-ci, les extrémités des tubes hélicoïdaux étant légèrement écartées alternativement de part et d'autre de cette surface hélicoïdale, s'étendant ensuite parallèlement à cette surface hélicoïdale et étant raccordées alternativement dans des perforations correspondantes des deux rangées.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque faisceau de tubes (1A à 1D) est composé de tubes hélicoïdaux flexibles qui s'appuient librement sur des consoles (20), ces consoles étant solidaires du tuyau central (9) et réparties sur la surface hélicoïdale correspondante autour du tuyau central (9), de manière que les tubes hélicoïdaux soient appuyés les uns contre les autres en position fixe.

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les tubes hélicoïdaux flexibles sont cintrés et supportés dans des directions axiales opposées par les consoles sur la surface hélicoïdale correspondante.

5. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les consoles (20) sont munies d'une denture adaptée à recevoir les tubes hélicoïdaux.

6. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les consoles sont dentées afin de les renforcer.

7. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les consoles (20) sont inclinées par rapport à l'axe longitudinal commun.

8. Echangeur de chaleur selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les consoles (20) sont inclinées alternativement dans des directions axiales opposées.

9. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les tubes hélicoïdaux sont formés d'une matière plastique.

10. Echangeur de chaleur selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le distributeur auxiliaire et le collecteur auxiliaire sont formés essentiellement d'une matière plastique, les extrémités des tubes hélicoïdaux étant raccordées par fusion dans les perforations respectives de la plaque de raccordement (16).

11. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'ensemble de l'échangeur de chaleur est monté de manière qu'il puisse tourner autour de l'axe longitudinal commun et est agencé de manière qu'il puisse être soumis à un mouvement oscillant par un moyen entraînement.

12. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les consoles sont réparties dans plusieurs plans radiaux et reliées les unes aux autres à leur extrémité libre par des bandes de fixation (21) dans chaque plan radial.

Claims

1. Countercurrent heat exchanger with at least one helical tube bundle (1A, 1B) and a helical flow

channel (2A, 2B) for countercurrent flow of a primary fluid and a secondary fluid, the helical tubes being respectively connected at the ends of each tube bundle to a central distributor (4) and a central collector (7) for the primary fluid and each tube bundle consisting of helical tubes coiled in a corresponding helical surface with constant pitch around a common longitudinal axis and arrayed side by side without interruption so as to form a closed helical flow channel between a core tube (9) and a tubular shell (10), characterized in that:

(a) the helical tubes are connected at the ends of each tube bundle (1A, 1B) to an auxiliary distributor (5A, 5B) or an auxiliary collector (6A, 6B) which is composed of a perforated connecting plate (16) and a removable cover (17) for connection to the central distributor (4) or the central collector (7) for the primary fluid and is arranged between the core tube (9) and the tubular shell (10) in such a manner that the ends of the helical tubes are connected to the auxiliary distributor (5A, 5B) or the auxiliary collector (6A, 6B) without substantial deviation thereof from the corresponding helical surface; and

(b) the perforated connecting plate (16) of each auxiliary distributor (5A, 5B) or auxiliary collector (6A, 6B) is provided with holes in staggered arrangement, the ends of contiguous helical tubes being respectively mounted in corresponding staggered holes of the connecting plate (16) and solidly connected thereto without substantially deviating from the corresponding helical surface.

2. Heat exchanger according to claim 1, characterized in that the connecting plate (16) of each auxiliary distributor or auxiliary collector is provided with two rows of holes in staggered arrangement, which extend parallel to the corresponding helical surface at a short distance on either side thereof, the ends of the helical tubes being alternately slightly bent aside on either side of said helical surface, then extending parallel to said helical surface and being alternately connected in corresponding holes of both rows.

3. Heat exchanger according to claim 1, characterized In that each tube bundle (1A to 1D) is composed of flexible helical tubes which rest freely upon brackets (20), these brackets being solidly attached to the core tube (9) and distributed in the corresponding helical surface around the core tube (9) In such a manner that the helical tubes are immovably supported against each other.

4. Heat exchanger according to claim 3, characterized in that the flexible helical tubes are alternately bent and supported in opposite axial directions by the brackets (20).

5. Heat exchanger according to claim 3, characterized in that the brackets (20) are provided with toothing adapted to receive the helical tubes.

6. Heat exchanger according to claim 3, characterized in that the brackets (20) are toothed for reinforcement.

7. Heat exchanger according to claim 3, characterized in that the brackets (20) are inclined with respect to the common longitudinal axis.

8. Heat exchanger according to claim 7, characterized in that the brackets (20) are alternately inclined in opposite axial directions.

9. Heat exchanger according to claim 3, characterized in that the helical tubes are made of a plastic material.

10. Heat exchanger according to claim 9, characterized in that the auxiliary distributor and the auxiliary collector consist essentially of a plastic material, the ends of the helical tubes being incorporated by fusion bonding in the respective holes of the connecting plate (16).

11. Heat exchanger according to claim 1, characterized in that the entire heat exchanger is mounted for rotation around the common longitudinal axis and is arranged so that it may be subjected to an oscillating movement by drive means.

12. Heat exchanger according to claim 1, characterized in that the brackets are distributed in several radial planes and are mutually connected at their free end with straps (21) in each radial plane.

Fig.1

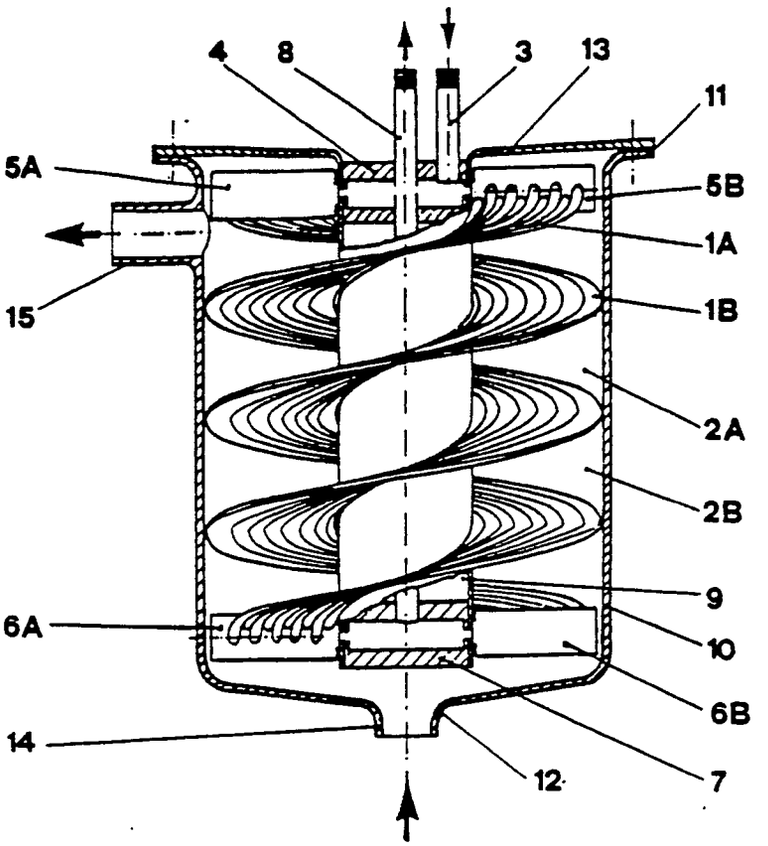


Fig.2

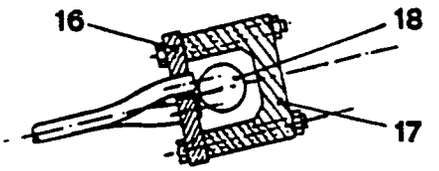
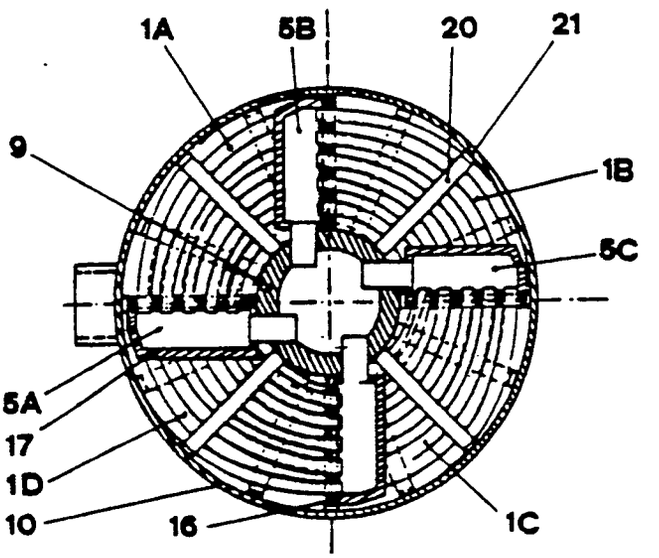


Fig.3



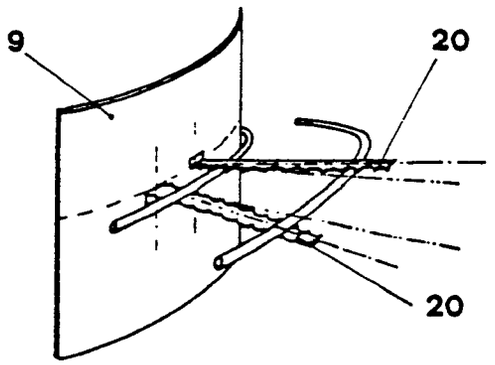


Fig. 4



Fig. 5

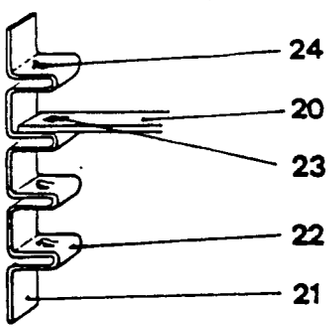


Fig. 7

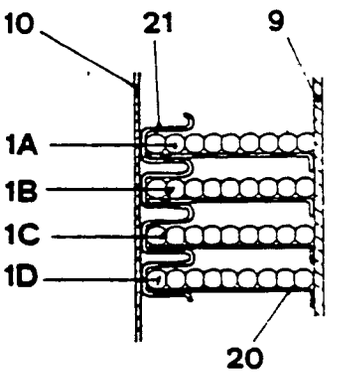


Fig. 6

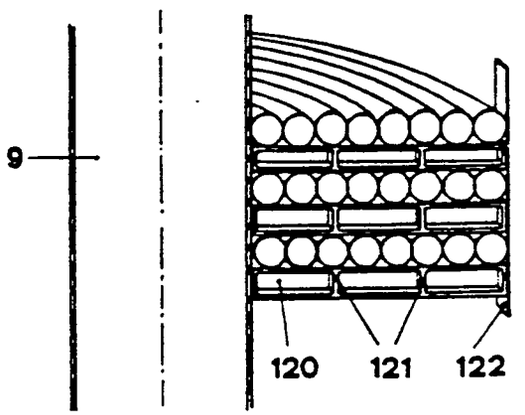


Fig. 8