

(19)



(11)

EP 2 984 437 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.07.2017 Patentblatt 2017/28

(51) Int Cl.:
F28F 9/02 (2006.01) F28D 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14717056.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/057126

(22) Anmeldetag: **09.04.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/166981 (16.10.2014 Gazette 2014/42)

(54) **ROHRBÜNDELAPPARAT SOWIE DESSEN VERWENDUNG**

PIPE GROUPING APPARATUS AND ITS USE

APPAREIL À FAISCEAUX TUBULAIRES AINSI QUE SON UTILISATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **11.04.2013 EP 13163352**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.02.2016 Patentblatt 2016/07

(73) Patentinhaber: **BASF SE**
67056 Ludwigshafen am Rhein (DE)

(72) Erfinder:
• **GUNKEL, Wolfgang**
68305 Mannheim (DE)
• **PAPE, Frank-Friedrich**
67259 Kleinniedesheim (DE)
• **FOUQUET, Klaus**
67105 Schifferstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102007 024 934 DE-A1-102007 031 419
JP-A- 2006 038 337 US-A1- 2009 008 074

EP 2 984 437 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Rohrbündelapparat mit den Merkmalen im Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung geht weiterhin aus von einer Verwendung des Rohrbündelapparates.

[0002] Rohrbündelapparate werden in der Regel dort eingesetzt, wo ein Wärmeübergang von einem ersten Medium an ein zweites Medium erfolgen muss. Entsprechende Apparate sind zum Beispiel Wärmetauscher oder Reaktoren. Im Rohrbündelapparat durchströmt das erste Medium die Rohre und das zweite Medium den die Rohre umgebenden Raum. Die Fluidführung kann dabei im Gleichstrom, im Gegenstrom, im Kreuzgleichstrom oder im Kreuzgegenstrom erfolgen. Für eine Strömungsführung im Kreuzgleichstrom oder Kreuzgegenstrom werden die einzelnen Rohre des Rohrbündelapparates durch Umlenkbleche geführt, mit denen das die Rohre umströmende zweite Medium umgelenkt wird. Durch das Umlenken entlang der Umlenkbleche ergibt sich ein miteinander Strömungsverlauf für das die Rohre umströmende Medium.

[0003] Um ein Durchmischen des ersten Mediums und des zweiten Mediums zu vermeiden, sind die Rohre üblicherweise mit ihren Enden in einem Rohrboden fluiddicht aufgenommen. Die Rohrböden sind ihrerseits ebenfalls fluiddicht mit einem Mantel des Rohrbündelapparates verbunden.

[0004] Bei derzeit eingesetzten Rohrbündelapparaten sind der erste Rohrboden und der zweite Rohrboden jeweils fixiert im Gehäuse des Rohrbündelapparates befestigt, wobei hierzu üblicherweise Flanschverbindungen eingesetzt werden. Gängige Gestaltungen der Rohrböden und ihrer Montage sind zum Beispiel in Perry's Chemical Engineer's Handbook, Eighth Edition, Seite 11-34 dargestellt.

[0005] Nachteil der bekannten Rohrbündelapparate ist, dass insbesondere bei großen Temperaturdifferenzen zwischen dem die Rohre durchströmendem Medium und dem die Rohre umströmenden Medium Längenausdehnungen der Rohre und des Mantels unterschiedlich sind, sodass sich die Rohre im Rohrbündelapparat verformen können. Zudem ist es im Allgemeinen nicht möglich, auf eine einfache Weise Rohre aus dem Rohrbündel auszutauschen, wenn dies notwendig sein sollte oder Reinigungsarbeiten am Rohrbündel oder am Mantel durchzuführen. Zur Vermeidung dieser Verformungen werden in aller Regel auf der Mantelseite der Apparate Kompensatoren eingesetzt, die aber nur für Apparate mit begrenzter Wanddicke im niederen Druckbereich einsetzbar sind. Diese Kompensatoren sind eine bekannte Schwachstelle derartiger Konstruktionen, ein Versagen führt zu einem Austritt des Mediums im Mantelraum in die Umwelt. Dies ist in den Fällen, in denen auf Mantelseite Prozesschemikalien gehandhabt werden, eine nicht tolerable Emission.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Rohrbündelapparat bereitzustellen, der die

aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile nicht aufweist.

[0007] Gelöst wird die Aufgabe durch einen Rohrbündelapparat gemäß Anspruch 1. Durch die Fixierung des ersten Rohrbodens am Anschlag wird vermieden, dass sich das Rohrbündel bei Betrieb des Rohrbündelreaktors innerhalb des Gehäuses verschieben kann. Die Führung des zweiten Rohrbodens mit einem Dichtelement im Gehäuse erlaubt es, dass sich zum Beispiel bei einer unterschiedlichen Längendehnung von Rohren und Gehäuse, insbesondere bei stark unterschiedlichen Temperaturen des in den Rohren geführten Mediums und des die Rohre umströmenden Mediums, sich der Rohrboden innerhalb des Gehäuses verschieben kann und auf diese Weise unterschiedliche Längendehnungen aufgrund von Temperaturunterschieden ausgeglichen werden. Die Abdichtung des zweiten Rohrbodens mit einer Stopfbuchsichtung erlaubt einerseits ein Verschieben des Rohrbodens innerhalb des Gehäuses und dichtet andererseits die durch den Rohrboden separierten Räume innerhalb des Gehäuses voneinander ab. Hierdurch wird sichergestellt, dass ein Fluid aus dem Raum, der durch den Rohrboden und einen Gehäusedeckel abgegrenzt wird, in die Rohre strömt und weiterhin das in das Gehäuse zugegebene Medium, das die Rohre umströmt, nicht in den Zulauf in die Rohre gelangen kann.

[0008] Um auch auf der Seite, an der der Rohrboden am Anschlag fixiert ist, zu vermeiden, dass ein Fluid aus dem Raum zwischen Rohrboden und Gehäusedeckel in den durch den Gehäusemantel und die beiden Rohrböden definierten, die Rohre umgebenden Raum strömen kann und zum anderen das Fluid aus dem die Rohre umgebenden Raum in den Raum zwischen Rohrboden und Gehäusedeckel strömen kann, ist auch der erste Rohrboden vorzugsweise gegenüber dem Gehäuse abgedichtet, wobei hier ebenfalls eine Stopfbuchsichtung zum Einsatz kommen kann.

[0009] Der Einsatz eines als Stopfbuchspackung ausgeführten Dichtelements hat den Vorteil, dass auch bei Einsatz von Medien unter hohem Druck, beispielsweise einem Druck von mehr als 100 bar und insbesondere bei großen Druckunterschieden zwischen dem die Rohre durchströmenden Medium und dem die Rohre umströmenden Medium eine ausreichende Dichtheit zwischen den durch den jeweiligen Rohrboden separierten Räumen sichergestellt werden kann.

[0010] Der Einsatz eines als Stopfbuchspackung ausgeführten Dichtelements hat insbesondere den Vorteil, dass Medien mit höheren Druckdifferenzen zwischen Mantel und Rohrseite separiert werden können, ohne dass es zu einer Vermischung der Ströme kommt. Zugleich vermag die Stopfbuchspackung bei ausreichender Dimensionierung über Kompression das bei thermischer Beanspruchung entstehende Längenwachstum des Rohrbündels gegenüber dem Mantel aufzunehmen. Dies ist vor allem bei Apparaten mit großer Wanddicke, wie sie vorwiegend im Mittel- und Hochdruckbereich eingesetzt werden, auf der Mantelseite erforderlich, da hier bei

instationären Aufheiz- oder Abkühlvorgängen die Rohrseite deutlich schneller aufheizt als der Mantel. Gemäss Anspruch 1 umfasst der Anschlag, gegen den sich der erste Rohrboden abstützt, einen geteilten Ring, der in einer Nut im Gehäuse aufgenommen ist. Hierbei kann der Ring in zwei oder mehr Segmente geteilt sein. Die Teilung des Ringes in zwei oder mehr Segmente erlaubt es, die einzelnen Segmente aus dem Gehäuse zu entnehmen, sodass der Rohrboden und damit das Rohrbündel nach Entfernung des Anschlages frei im Gehäuse verschiebbar ist. Dies hat den Vorteil, dass das Rohrbündel beidseitig aus dem Gehäuse entnommen werden kann. So ist es einerseits möglich, das Rohrbündel aus dem Gehäuse zu ziehen, andererseits kann das Rohrbündel auch aus dem Gehäuse herausgedrückt werden.

[0011] Um den ersten Rohrboden lösbar gegen den Anschlag zu fixieren, ist es bevorzugt, wenn der erste Rohrboden mit einem Konterelement gegen den Anschlag fixiert ist. Das Konterelement ist zum Beispiel ein weiterer Ring, dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Mantels entspricht, der auf der dem Rohrboden gegenüberliegenden Seite am Anschlag anliegt. Die Verbindung des Konterelementes mit dem Rohrboden erfolgt zum Beispiel mit Spannschrauben. Hierzu ist es beispielsweise möglich, dass im Rohrboden Gewindeöffnungen ausgebildet sind, in die die Spannschrauben verschraubt werden. Alternativ ist es auch möglich, zum Beispiel am Rohrboden Gewindestangen auszubilden, die durch entsprechende Öffnungen im Konterelement geführt werden und mit geeigneten Muttern fixiert werden. Alternativ zu einem in Form eines Ringes gestalteten Konterelement ist es auch möglich, mehrere Konterelemente vorzusehen. So ist es zum Beispiel auch möglich, jeweils im Bereich einer Fixierung, beispielsweise einer Spannschraube oder einer Gewindestange ein Konterelement, beispielsweise in Form eines Spannhakens, vorzusehen. Alternativ ist es auch möglich, beispielsweise eine entsprechende Scheibe zu nutzen, die auf der dem Rohrboden gegenüberliegenden Seite am Anschlag anliegt. Hierbei ist es zum Beispiel möglich, für jede Spannschraube beziehungsweise jede Gewindestange eine Scheibe vorzusehen. Auch ist es möglich, die Scheiben so zu gestalten, dass mehrere Spannschrauben oder Gewindestangen durch eine Scheibe geführt werden. Hierbei ist es jeweils notwendig, dass die Scheiben so gestaltet sind, dass der Zulauf zu den einzelnen Rohren des Rohrbündels frei bleibt.

[0012] Um zu vermeiden, dass das Medium, das durch die Rohre geführt werden soll, in den Bereich gelangt, der die Rohre umspült, beziehungsweise in der entgegen gesetzten Richtung das Medium aus dem die Rohre umgebenen Raum in den Bereich gelangt, in den die Rohre münden, ist es notwendig, dass der erste Rohrboden fluiddicht im Gehäuse montiert wird. In einer Ausführungsform der Erfindung ist es zum Beispiel möglich, dass der erste Rohrboden mit einem zweiten Dichtelement gegen den Anschlag gepresst wird. Als Dichtelement eignet sich in diesem Fall zum Beispiel eine Flachdichtung oder ein

entsprechend dimensionierter O-Ring. Alternativ es auch möglich, das zweite Dichtelement, mit dem der erste Rohrboden gegenüber dem Gehäuse abgedichtet wird, als Stopfbuchspackung zu gestalten. Hierbei kann zum Beispiel auch der Anschlag beziehungsweise das Konterelement genutzt werden, um die Stopfbuchspackung zu fixieren.

[0013] Durch die Verwendung von zwei Rohrböden, die an gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses montiert werden, ist es möglich, gerade, das heißt ungebogene, Rohre zu verwenden. Dies hat den Vorteil, dass die Rohre auch ohne Ausbau aus dem Rohrbündelapparat inspiziert, geprüft und gereinigt werden können. Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von geraden Rohren mit gegenüberliegenden Rohrböden, in denen die jeweiligen Enden der Rohre montiert sind, hat den Vorteil, dass die jeweiligen Rohrböden ein gleichmäßiges Temperaturprofil aufweisen und dadurch keine Verwerfungen entstehen können, die zu Leckagen führen. Im Unterschied dazu wäre bei U-förmigen Rohren aufgrund des Temperaturunterschiedes zwischen Einlauf und Auslauf aus den Rohren und der Montage von Einlauf und Auslauf im gleichen Rohrboden ein Temperaturgradient im Rohrboden, der zu Verwerfungen führen kann.

[0014] Durch die Verwendung von geraden Rohren ist es möglich, zum Beispiel zur Prüfung oder Reinigung eine gerade Reinigungslanze durch das Rohr zu schieben. Zudem kann ein Rohrbündel mit geraden Rohren leichter hergestellt werden als ein Rohrbündel mit gebogenen Rohren, da ein Biegen der Rohre nicht notwendig ist und die Rohre leichter in die Rohrböden eingefädelt werden können.

[0015] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Rohrbündelapparates ist, dass durch die Verwendung von zwei Rohrböden und geraden Rohren ein zylinderförmiges Gehäuse genutzt werden kann, sodass das Rohrbündel nach beiden Seiten aus dem Gehäuse herausgezogen oder alternativ herausgedrückt werden kann.

[0016] Durch den Einsatz der beiden Rohrböden wird der Rohrbündelapparat in drei voneinander getrennte Bereiche aufgeteilt. Jeweils an den Stirnseiten ergibt sich ein Raum, in den Rohre münden, wobei der eine den Zulauf zu den Rohren und der andere den Ablauf aus den Rohren bildet. In der Mitte ergibt sich ein weiterer Bereich, der die Rohre umschließt, in dem ein zweites Medium strömen kann.

[0017] Die Gestaltung des Rohrbündelapparates derart, dass der zweite Rohrboden mit einem Dichtelement im Gehäuse geführt ist, hat den Vorteil, dass zum Beispiel für Gehäuse und Rohre unterschiedliche Materialien auch mit unterschiedlicher thermischer Ausdehnung eingesetzt werden können und durch die Verschiebbarkeit des Rohrbodens mit einem geeigneten Dichtelement immer eine Abdichtung zwischen den einzelnen Bereichen, in die der Rohrbündelapparat getrennt ist, gewährleistet wird. Bei unterschiedlicher Längenausdehnung, zum Beispiel bei hohen Temperaturen, verschiebt sich der

zweite Rohrboden im Gehäuse, sodass es nicht zu einer Zug- beziehungsweise Druckbelastung auf Rohre oder Gehäuse kommt und sich gegebenenfalls hierdurch Verformungen ergeben. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch den verschiebbaren Rohrboden auch große Längen der Rohre möglich sind, ohne dass es bei Betrieb des Rohrbündelapparates, zum Beispiel unter hohem Druck oder bei hohen Temperaturen zu einer Verformung der Rohre oder des Gehäuses kommt.

[0018] Der erfindungsgemäße Rohrbündelapparat wird üblicherweise eingesetzt in Anlagen, in denen ein gasförmiger oder flüssiger Materialstrom bei höherem Betriebsdruck beheizt oder gekühlt werden muss. Hierbei kann der Rohrbündelapparat entweder als Rohrbündelreaktor oder vorzugsweise als Wärmetauscher oder Rekuperator in einer Wärmeintegration eingesetzt werden. Der erfindungsgemäße Rohrbündelapparat eignet sich insbesondere dann, wenn große Abmessungen, beispielsweise lange Rohre, gefordert sind. Auch ist der erfindungsgemäße Rohrbündelapparat besonders vorteilhaft dann einzusetzen, wenn zwischen den im Rohrbündelapparat geführten Medien hohe Temperaturdifferenzen auftreten oder die Medien mit hohen Temperaturen durch den Rohrbündelapparat geführt werden. Unter hohen Temperaturdifferenzen über den Apparat werden dabei Temperaturdifferenzen im Bereich von 50 bis 350 °C, bevorzugt im Bereich von 50 bis 200 °C verstanden. Hohe Temperaturen im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Temperaturen im Bereich von 100 bis 500 °C, bevorzugt im Bereich von 100 bis 350 °C.

[0019] Unter "höherem Betriebsdruck" sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung Drucke zu verstehen, bei denen der Rohrbündelapparat konstruktiv vorteilhaft betrieben werden kann. Diese liegen zum Beispiel im Bereich von 60 bis 500 bar, bevorzugt im Bereich von 100 bis 350 bar. Differenzdrucke zwischen Mantel und Rohrseite können bis zu 100 bar betragen.

[0020] Selbstverständlich lässt sich der erfindungsgemäße Rohrbündelapparat auch bei geringen Temperaturdifferenzen oder niedrigen Temperaturen beziehungsweise geringen Druckdifferenzen oder niedrigen Drücken betreiben. Der Betrieb des erfindungsgemäßen Reaktors ist nicht auf Verfahren beschränkt, bei denen hohe Druck- oder Temperaturdifferenzen beziehungsweise hohe Drücke oder Temperaturen auftreten. Aufgrund seiner Gestaltung ist er jedoch für den Betrieb bei hohen Drücken und/oder Temperaturen besonders geeignet.

[0021] Besonders geeignet ist der erfindungsgemäße Rohrbündelapparat in Verfahren, bei denen die Reaktionswärme einer exothermen Reaktion eines adiabaten betriebenen Reaktorsystems den Reaktorzufluss auf Reaktionstemperatur erhitzen soll. In dieser Anordnung wird der die Reaktionsenthalpie enthaltende Reaktorabfluss auf eine der beiden Seiten des Rohrbündelapparates geführt, während auf der anderen Seite der Reaktorzufluss unter Erwärmung dem System zugeführt wird.

[0022] Besonders geeignet ist der erfindungsgemäße

Apparat zur Verwendung als Wärmetauscher zum Beispiel in einem Verfahren zur Herstellung von tertiärem Butylamin. Hierbei wird der Rohrbündelapparat als Wärmetauscher zur Aufheizung der Eduktströme auf die vorgesehene Reaktoreingangstemperatur im Bereich von 230 bis 320 °C, beispielsweise 300 °C eingesetzt. Die Eduktströme werden jeweils in einem Wärmetauscher auf die Reaktoreintrittstemperatur erwärmt und dem Reaktor zugeführt. Im Reaktor erfolgt dann die Umsetzung zu tertiärem Butylamin.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindungen sind in den Figuren dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0024] Es zeigen:

Figur 1 eine Schnittdarstellung eines Rohrbündelapparates,

Figur 2 einen Ausschnitt des an einem Anschlag fixierten Rohrbodens,

Figur 3 einen Abschnitt des im Gehäuse geführten Rohrbodens.

[0025] In Figur 1 ist ein Rohrbündelapparat im Schnitt dargestellt.

[0026] Ein Rohrbündelapparat 1 umfasst ein Gehäuse 3, das einen Mantel 5 umfasst, der beidseitig mit jeweils einem Deckel 7 verschlossen ist. Der Mantel 5 ist dabei üblicherweise zylindrisch gestaltet, kann aber neben einem kreisförmigen Querschnitt auch jeden beliebigen anderen Querschnitt einnehmen.

[0027] Die Deckel 7 sind üblicherweise jeweils mit einer Flanschverbindung am Mantel 5 befestigt.

[0028] Im Gehäuse 3 ist ein Rohrbündel 9 aufgenommen. Das Rohrbündel 9 umfasst einen ersten Rohrboden 11, einen zweiten Rohrboden 13 und Rohre 15. Die Rohre 15 sind dabei jeweils mit ihren Enden in einem der beiden Rohrböden 11, 13 befestigt. Hierbei sind die Rohre 15 vorzugsweise so in den Rohrböden 11, 13 befestigt, dass diese jeweils bündig mit dem Rohrboden 11, 13 enden. Hierdurch wird bei stehendem Betrieb des Rohrbündelapparates 1 vermieden, dass Flüssigkeit auf dem Rohrboden stehen bleibt und nicht in die Rohre 15 fließen kann.

[0029] Die Rohrböden 11, 13 sind mit dem Gehäuse 3 fluidicht verbunden. Erfindungsgemäß ist hierbei der erste Rohrboden 11 am Gehäuse 3 lösbar fixiert und der zweite Rohrboden 13 verschiebbar im Mantel 5 des Gehäuses 3 positioniert. Durch die Rohrböden 11, 13 wird das Gehäuse 3 in drei Bereiche geteilt. Ein erster Bereich 17 und ein zweiter Bereich 19 liegt jeweils an den Außenseiten des Apparates, sodass die Rohre 15 jeweils in einen der beiden Bereiche 17, 19 münden. Jeweils auf beiden Seiten durch den ersten Rohrboden 11 und den zweiten Rohrboden abgeschlossen ist ein mittlerer Bereich 21.

[0030] Zum Betrieb des Rohrbündelapparates 1 ist je-

weils in den Deckeln 7 ein Anschluss 23 vorgesehen. Hierbei wird ein erstes Fluid, das flüssig oder gasförmig sein kann, durch einen der beiden Anschlüsse 23 zugeführt, gelangt in den ersten Bereich 17 beziehungsweise zweiten Bereich 19 und von dort in die Rohre 15. Das Medium durchströmt die Rohre und gelangt in den jeweils anderen Bereich 19, 17 und verlässt den Rohrbündelapparat durch den zweiten Anschluss 23. Ein zweites Medium, das die Rohre umströmt wird über einen Zulauf 25, der in den die Rohre umgebenden mittleren Bereich 21 mündet, zugeführt und über einen Ablauf 27 aus dem mittleren Bereich entnommen.

[0031] Wenn der Rohrbündelapparat 1 als Wärmetauscher eingesetzt wird, so ist es zum Beispiel möglich, das erste Medium, das die Rohre durchströmt, zu erwärmen oder zu kühlen. Hierzu wird ein Temperiermedium durch den mittleren Bereich 21 geleitet. Wenn das in den Rohren geführte Medium aufgeheizt werden soll, so hat das durch den mittleren Bereich geführte Medium eine höhere Temperatur als das aufzuheizende Medium, wenn das durch die Rohre geführte Medium gekühlt werden soll, ist die Temperatur des durch den mittleren Bereich 21 geleiteten Mediums niedriger. Die durch den Rohrbündelapparat 1 geführten Medien können im Gleichstrom, im Gegenstrom oder im Kreuzgleichstrom oder im Kreuzgegenstrom geführt werden. Wenn eine Stromführung im Kreuzgleichstrom oder im Kreuzgegenstrom vorgesehen ist, sind üblicherweise Umlenkbleche 29 im mittleren Bereich 21 vorgesehen, um die das Fluid umgelenkt wird.

[0032] Damit das Rohrbündel während des Betriebes nicht innerhalb des Gehäuses 3 verschoben wird, ist es notwendig, dass einer der beiden Rohrböden 11, 13 am Gehäuse 3 fixiert ist. Ein Ausschnitt eines in einem Gehäuse mithilfe eines Anschlags fixierten Rohrbodens ist beispielhaft in Figur 2 dargestellt. Um den ersten Rohrboden 11 am Gehäuse 3, vorzugsweise am Mantel 5 zu fixieren, ist der erste Rohrboden 11 gegen einen Anschlag 31 fixiert. Der Anschlag 31 kann zum Beispiel, wie in Figur 2 dargestellt, als Ring ausgebildet sein, der in einer Nut 33 geführt ist. Um eine einfache Montage des Anschlags 31 und des ersten Rohrbodens 11 zu ermöglichen, ist es bevorzugt, wenn der Anschlag 31 als geteilter Ring ausgebildet ist. Hierbei kann der Anschlag 31 zwei oder mehr Segmente aufweisen. Bevorzugt ist es, wenn der Anschlag 31 mehr als zwei Segmente aufweist, da in diesem Fall eine einfachere Montage möglich ist.

[0033] Um den ersten Rohrboden 11 am Anschlag 31 zu fixieren, wird auf der dem ersten Rohrboden 11 gegenüberliegenden Seite des Anschlages 31 ein Konterelement 35 positioniert. Durch das Konterelement 35 werden zum Beispiel Spannschrauben 37 geführt, die in einem Gewinde im ersten Rohrboden 11 verschraubt werden. Alternativ ist es auch möglich, am ersten Rohrboden Gewindestangen auszubilden, die durch eine Bohrung im Konterelement 35 geführt werden und mit einer Mutter fixiert werden. Die Befestigung mit Spann-

schrauben 37 beziehungsweise über eine Gewindestange erlaubt eine einfache Demontage des Rohrbodens, zum Beispiel um das Rohrbündel aus dem Gehäuse 3 zu entfernen.

[0034] Um eine fluiddichte Verbindung zwischen Rohrboden 11 und Gehäuse 3 beziehungsweise Mantel 5 zu erhalten, wird der erste Rohrboden 11 mit einem Dichtelement 39 versehen. Das Dichtelement 39 kann zum Beispiel eine Flachdichtung oder ein O-Ring sein oder wie in Figur 2 dargestellt, eine Stopfbuchspackung. In diesem Fall wird das als Stopfbuchspackung gestaltete Dichtelement 39 in einer Nut des Rohrbodens geführt und gegen den Anschlag 31 gepresst, sodass eine fluiddichte Verbindung zwischen Rohrboden 11 und Mantel 5 erzeugt wird. Hierdurch wird einerseits vermieden, dass Fluid aus dem ersten oder zweiten Bereich, in den die Rohre 15, die durch den Rohrboden 11 geführt sind, münden, in den mittleren Bereich 21 strömen kann beziehungsweise Flüssigkeit aus dem mittleren Bereich 21 in den ersten beziehungsweise zweiten Bereich, in den die Rohre münden, gelangen kann.

[0035] Erfindungsgemäß ist der zweite Rohrboden 13 verschiebbar im Gehäuse 3 gelagert. Dies ist beispielhaft in Figur 3 dargestellt.

[0036] Im Unterschied zum ersten Rohrboden 11, der am Gehäuse fixiert ist, ist der zweite Rohrboden 13 verschiebbar im Gehäuse gelagert.

[0037] Um zu vermeiden, dass Fluid aus dem mittleren Bereich in den äußeren Bereich, in den die Rohre 15 münden, gelangen kann oder aus dem äußeren Bereich in den mittleren Bereich 21 strömen kann, ist der zweite Rohrboden 13 mit einem Dichtelement 41 im Mantel 5 geführt. Das Dichtelement 41 liegt dabei mit einer Seite am Mantel 5 an. Als Dichtelement 41 eignet sich zum Beispiel eine Stopfbuchspackung, die mit einer Stopfbuchschraube 43 verpresst wird. Hierdurch wird durch die Stopfbuchspackung des Dichtelementes gegen den Gehäusemantel 5 gedrückt und so eine fluiddichte Verbindung erzielt. Trotzdem ist der Rohrboden 13 weiterhin verschiebbar im Mantel, sodass zum Beispiel aufgrund von Druck- oder Temperaturdifferenzen auftretende Längenänderungen der Rohre 15 durch Verschieben des zweiten Rohrbodens 13 ausgeglichen werden können. Dies erlaubt insbesondere die Konstruktion von Rohrbündelapparaten mit sehr langen Rohren oder mit Rohren und Gehäuse aus unterschiedlichen Materialien, die unterschiedliche Temperaturlängendehnungen aufweisen.

[0038] Um das Rohrbündel aus dem Rohrbündelapparat 1 zu entfernen, wird die durch die Spannschraube 37 beziehungsweise die Gewindestange erzeugte Verbindung gelöst, das Konterelement 35 entfernt und der Anschlag 31 aus der Nut entnommen. Nun ist der erste Rohrboden 11 verschiebbar im Gehäuse, sodass das Rohrbündel 9 gezogen oder aus dem Mantel 5 herausgedrückt werden kann.

[0039] Als Material für die Rohre eignet sich dabei jedes Material, aus dem Rohre gefertigt werden können.

Wenn der Rohrbündelapparat 1 als Wärmetauscher eingesetzt werden soll, ist es dabei bevorzugt, ein Material für die Rohre einzusetzen, das gut wärmeleitend ist. Bevorzugt ist es, ein Metall zu verwenden. Geeignete Metalle für die Rohre 15 des Rohrbündels sind zum Beispiel Eisenmetalle wie Stähle oder auch Kupfer oder Aluminium. Das Gehäuse kann ebenfalls aus entsprechenden Metallen gefertigt sein. Neben Metallen können die Rohre und das Gehäuse jedoch auch aus Kunststoff, Glas oder Keramik gefertigt sein. Das geeignete Material für Rohre und Gehäuse ist dabei auch abhängig von den Medien, die durch die Rohre beziehungsweise durch den mittleren Bereich im Gehäuse geführt werden sollen.

Bezugszeichenliste

[0040]

1	Rohrbündelapparat
3	Gehäuse
5	Mantel
7	Deckel
9	Rohrbündel
11	erster Rohrboden
13	zweiter Rohrboden
15	Rohr
17	erster Bereich
19	zweiter Bereich
21	mittlerer Bereich
23	Anschluss
25	Zulauf
27	Ablauf
29	Umlenklech
31	Anschlag
33	Nut
35	Konterelement
37	Spannschraube
39	Dichtelement
41	Dichtelement
43	Stopfbuchsbrille

Patentansprüche

1. Rohrbündelapparat umfassend ein Gehäuse (3) mit darin aufgenommenem Rohrbündel (9) mit Rohren (15), die auf einer Seite mit einem ersten Rohrboden (11) verbunden sind und auf der dem ersten Rohrboden (11) gegenüberliegenden Seite mit einem zweiten Rohrboden (13) verbunden sind, wobei der erste und der zweite Rohrboden (11, 13) lösbar im Gehäuse befestigt sind und der erste Rohrboden (11) mit seiner den Rohren (15) gegenüberliegenden Seite sich an einem Anschlag (31) am Gehäuse (3) abstützt und am Anschlag (31) fixiert ist und der zweite Rohrboden (13) mit einem Dichtelement (41) im Gehäuse (3) geführt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anschlag (31) einen geteilten Ring um-

fasst, der in einer Nut (33) im Gehäuse aufgenommen ist.

2. Rohrbündelapparat gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtelement (41), mit dem der zweite Rohrboden (13) im Gehäuse (3) geführt ist, als Stopfbuchspackung ausgebildet ist.
3. Rohrbündelapparat gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Rohrboden (11) mit einem Konterelement (35) gegen den Anschlag (31) fixiert ist.
4. Rohrbündelapparat gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Konterelement (35) ein Ring ist, der mit Spannschrauben (37) mit dem Rohrboden (11) derart verschraubt ist, dass der Rohrboden (11) auf einer Seite gegen den Anschlag (31) fixiert ist und das Konterelement (35) auf der dem Rohrboden (11) gegenüberliegenden Seite am Anschlag (31) anliegt.
5. Rohrbündelapparat gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Rohrboden (11) mit einem zweiten Dichtelement (39) gegen den Anschlag (31) gepresst wird.
6. Rohrbündelapparat gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Dichtelement (39) als Stopfbuchspackung gestaltet ist.
7. Verwendung eines Rohrbündelapparates gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 als Wärmetauscher oder Rekuperator in einer Wärmeintegration.
8. Verwendung eines Rohrbündelapparates gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein den Wärmetauscher durchströmendes Medium eine Temperatur im Bereich von 100 bis 500 °C aufweist.
9. Verwendung eines Rohrbündelapparates gemäß Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein den Wärmetauscher durchströmendes Medium einen Druck im Bereich von 60 bis 500 bar aufweist.

Claims

1. A shell-and-tube apparatus comprising a housing (3) having a bundle (9) of tubes accommodated therein, where the tubes (15) are joined on one side to a first tube plate (11) and on the side opposite the first tube plate (11) to a second tube plate (13), with the first and second tube plates (11, 13) being fastened detachably in the housing and the side of the first tube plate (11) opposite the tubes (15) resting against a

stop (31) on the housing (3) and being fixed on the stop (31) and the second tube plate (13) being installed with a sealing element (41) in the housing (3), wherein the stop (31) comprises a divided ring which is accommodated in a groove (33) in the housing.

2. The shell-and-tube apparatus according to claim 1, wherein the sealing element (41) with which the second tube plate (13) is installed in the housing (3) is configured as gland packing.
3. The shell-and-tube apparatus according to either of claims 1 and 2, wherein the first tube plate (11) is fixed by means of a locking element (35) against the stop (31).
4. The shell-and-tube apparatus according to claim 3, wherein the locking element (35) is a ring which is connected by means of clamping screws (37) to the tube plate (11) in such a way that the tube plate (11) is fixed on one side against the stop (31) and the locking element (35) rests against the stop (31) on the side opposite the tube plate (11).
5. The shell-and-tube apparatus according to any of claims 1 to 4, wherein the first tube plate (11) is pressed with a second sealing element (39) against the stop (31).
6. The shell-and-tube apparatus according to claim 5, wherein the second sealing element (39) is configured as gland packing.
7. The use of a shell-and-tube apparatus according to any of claims 1 to 6 as heat exchanger or recuperator in heat integration.
8. The use of a shell-and-tube apparatus according to claim 7, wherein at least one medium flowing through the heat exchanger has a temperature in the range from 100 to 500°C.
9. The use of a shell-and-tube apparatus according to claim 7 or 8, wherein at least one medium flowing through the heat exchanger has a pressure in the range from 60 to 500 bar.

Revendications

1. Appareil à faisceau de tubes, comprenant un boîtier (3) avec un faisceau de tubes (9) reçu dans celui-ci, avec des tubes (15) qui sont raccordés d'un côté à un premier fond de tubes (11) et du côté opposé au premier fond de tubes (11) à un deuxième fond de tubes (13), le premier et le deuxième fond de tubes (11, 13) étant fixés de manière amovible dans le boîtier et le premier fond de tubes (11) s'appuyant avec

son côté opposé aux tubes (15) contre une butée (31) sur le boîtier (3) et étant fixé à la butée (31) et le deuxième fond de tubes (13) étant guidé avec un élément d'étanchéité (41) dans le boîtier (3), **caractérisé en ce que** la butée (31) comprend une bague divisée qui est reçue dans une rainure (33) dans le boîtier.

2. Appareil à faisceau de tubes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément d'étanchéité (41) avec lequel le deuxième fond de tubes (13) est guidé dans le boîtier (3), est réalisé sous forme de garniture de presse-étoupe.
3. Appareil à faisceau de tubes selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le premier fond de tubes (11) est fixé contre la butée (31) avec un contre-élément (35).
4. Appareil à faisceau de tubes selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le contre-élément (35) est une bague qui est vissée au fond de tubes (11) avec des vis de serrage (37) de telle sorte que le fond de tubes (11) soit fixé sur un côté contre la butée (31) et que le contre-élément (35) s'applique sur le côté opposé au fond de tubes (11) contre la butée (31).
5. Appareil à faisceau de tubes selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le premier fond de tubes (11) est pressé avec un deuxième élément d'étanchéité (39) contre la butée (31).
6. Appareil à faisceau de tubes selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le deuxième élément d'étanchéité (39) est réalisé sous forme de garniture de presse-étoupe.
7. Utilisation d'un appareil à faisceau de tubes selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 en tant qu'échangeur de chaleur ou récupérateur dans une intégration de chaleur.
8. Utilisation d'un appareil à faisceau de tubes selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'**au moins un fluide s'écoulant à travers l'échangeur de chaleur présente une température dans une plage de 100 à 500°C.
9. Utilisation d'un appareil à faisceau de tubes selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce qu'**au moins un fluide s'écoulant à travers l'échangeur de chaleur présente une pression dans une plage de 60 à 500 bars.

FIG.1

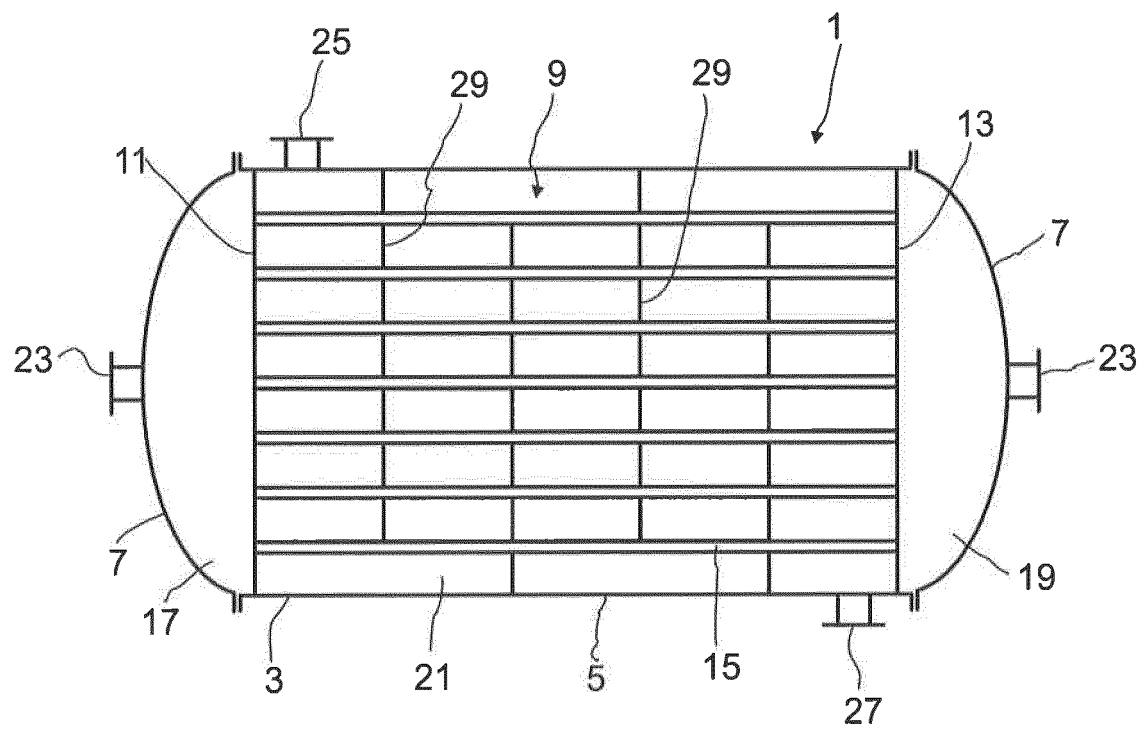


FIG.2

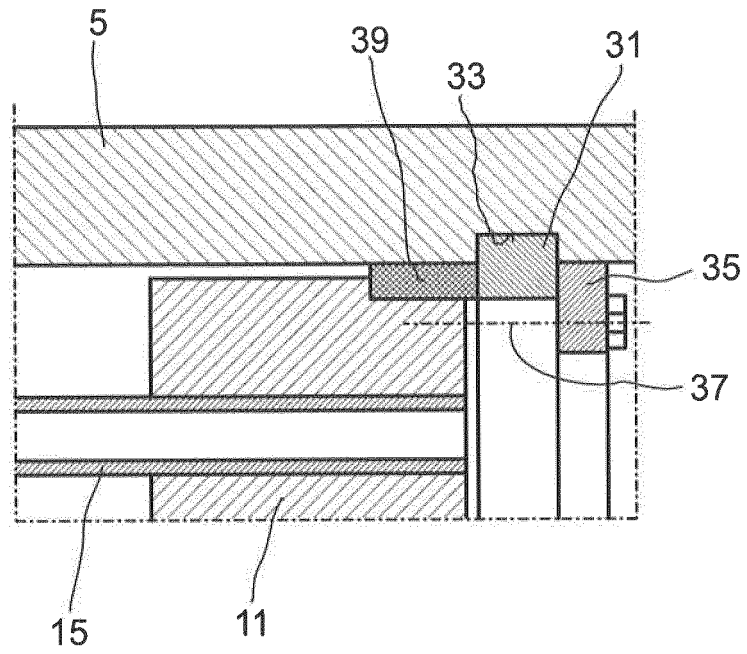
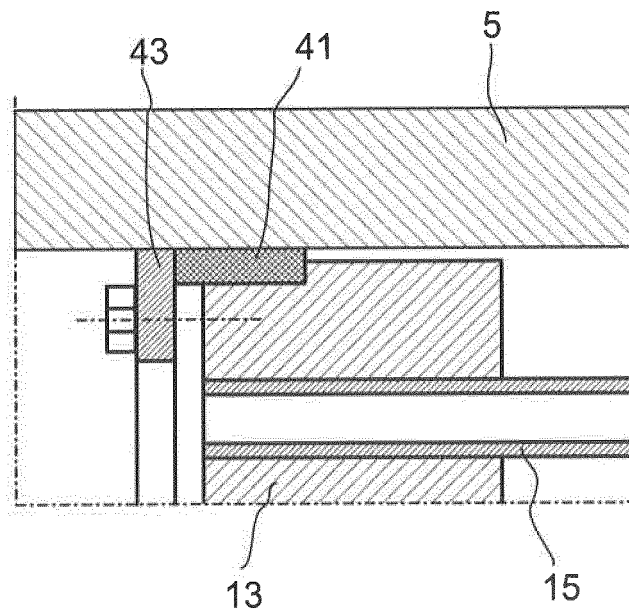


FIG.3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Gängige Gestaltungen der Rohrböden und ihrer Montage sind zum Beispiel. Perry's Chemical Engineer's Handbook. 11-34 [0004]