



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 881 452 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.1998 Patentblatt 1998/49

(51) Int. Cl.⁶: **F28G 1/06**

(21) Anmeldenummer: 98101666.0

(22) Anmeldetag: 31.01.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Venter, Jürgen**
55566 Meddersheim (DE)
• **Kühn, Carsten**
55595 Bockenu (DE)

(30) Priorität: 26.05.1997 DE 19721927

(74) Vertreter:
Ksoll, Peter, Dr.-Ing.
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(71) Anmelder:
Renzmann + Grünwald GmbH
55569 Monzingen (DE)

(54) Wärmetauscher

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit bündelartig zusammengefaßten, mit ihren Enden in Rohrböden gelagerten Rohren (1), in denen sich in Längsrichtung erstreckende Reinigungsfedern (8) angeordnet sind. Die Reinigungsfedern (8) sind an einem Ende (9) aus den Rohren (1) herausgeführt und an einer im Wärmetauschergehäuse (3) angeordneten Anschlagplatte (10) festgelegt. Die Anschlagplatte (10) dient zugleich der Befestigung von in das Wärmetauschergehäuse (3) integrierte und sich an einem Rohr-

boden (4) abstützenden Kolben-Zylinder-Einheiten (11). Die Kolben-Zylinder-Einheiten (11) sind mit ihren Gehäusen (12) an der Anschlagplatte (10) festgelegt. Die Kolbenstangen (16) sind mit ihren Enden in Schraubenmutter (17) am Rohrboden (4) eingeschraubt. Durch die Integration der Kolben-Zylinder-Einheiten (11) in das Wärmetauschergehäuse (3) kann auf aufwendige Abdichtungsmaßnahmen zur Umgebung hin verzichtet werden.

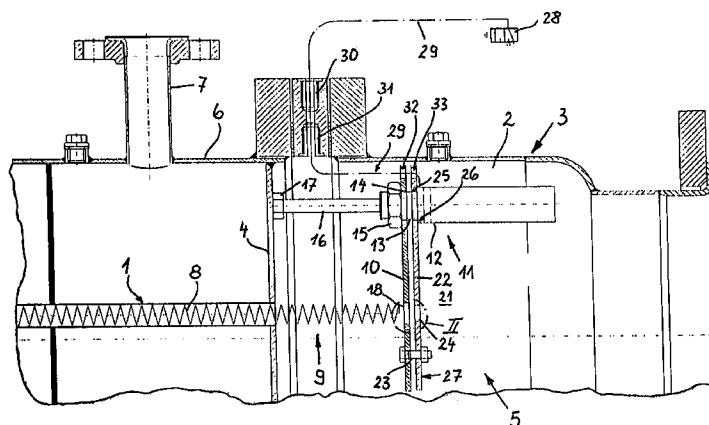


Fig. 1

EP 0 881 452 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit bündelartig zusammengefaßten, mit ihren Enden in Rohrböden gelagerten Rohren, in denen zwecks Reinigung von Ablagerungen sich in Längsrichtung erstreckende Reinigungsfedern angeordnet sind.

Bei der Rückgewinnung von Wärme, beispielsweise aus Abgas, bzw. der Kühlung von Abgas kommen Rohrbündelwärmetauscher in kompakter Bauweise zum Einsatz. Die Rohrbündel setzen sich aus einer Vielzahl von Rohren zusammen, welche in Rohrböden gehalten werden. Durch die Rohre wird das heiße Medium geleitet, während auf deren Außenseite ein Tauschermedium, meist Wasser, geführt wird.

An die Leistung der Wärmetauscher werden hohe Ansprüche gestellt. Bereits bei der Auslegung der Wärmetauscher ist man daher bestrebt, alle Faktoren, welche die Qualität und Leistung negativ beeinflussen können, zu minimieren.

Problematisch gestaltet sich sowohl die Auslegung der Wärmetauscher als auch deren Betrieb, wenn ein Medium mit hohem Schmutzanteil durch den Wärmetauscher geführt werden muß. Hier kommt es zu einer Verschmutzung der Rohre, wodurch sich der Wärmeübergang vom Medium an die Rohrwand erheblich verschlechtert. Desweiteren steigt der Druckverlust mit zunehmender Betriebsdauer. Die vorgegebenen Ausgangstemperaturen können dann nur noch bedingt erreicht werden. Als Folge der Verschmutzung sinkt der Gesamtwirkungsgrad. Die Verschmutzung fördert darüberhinaus die Korrosion und verkürzt die Lebensdauer eines Wärmetauschers. Hohe Wartungskosten und unter Umständen lange Stillstandszeiten der Anlage können die Folge sein.

Üblich ist es, die Rohrbündel in bestimmten Reinigungsintervallen manuell zu reinigen. Die Wärmetauscher werden hierzu stillgelegt, geöffnet und entsprechend gewartet. Das Reinigungsergebnis ist hierbei sehr gut, jedoch ist der Reinigungsaufwand hoch. Darüberhinaus ist eine Unterbrechung des Betriebs der Anlage unvermeidlich.

Durch die DE-OS 29 35 701 zählt eine Vorrichtung zum Abkratzen von Ablagerungen an den Innenflächen von Wärmetauscherrohren zum Stand der Technik. Hierbei sind Schraubenfedern im Innern der Rohre angeordnet. Die Schraubenfedern sind mit einem Ende an einer Platte befestigt, die mit einem Antrieb für eine hin- und hergehende und eine drehende Bewegung verbunden ist. Aufwendig und im Betrieb schwierig gestaltet sich insbesondere die Abdichtung des außen angeordneten Antriebs zum unter Druck und bei hohen Temperaturen arbeitenden Wärmetauscher. Wegen ihrer Anfälligkeit führt die Abdichtung häufig zum Ausfall des Wärmetauschers.

Auch kann der außen angeordnete Antrieb die Integration des Wärmetauschers innerhalb einer industriellen Anlage erschweren.

Der Erfindung liegt daher ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher mit einer Abreinigung der Rohre während des Betriebs anlagentechnisch zu verbessern.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht erfindungsgemäß in den Merkmalen des Anspruchs 1.

Danach werden die Rohre in Längsrichtung von Reinigungsfedern durchsetzt, die an einem Ende aus den Rohren herausgeführt und an einer im Wärmetauschergehäuse angeordneten Anschlagplatte festgelegt sind. Die Anschlagplatte dient zugleich der Befestigung von in das Wärmetauschergehäuse integrierten und sich an einem Rohrboden abstützenden Kolben-Zylinder-Einheiten. Kernpunkt der Erfindung bildet die Maßnahme, den Antrieb für die Fremderregung der Reinigungsfedern im Wärmetauschergehäuse vorzusehen.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Wärmetauschers besteht darin, daß keine zusätzliche aufwendige Abdichtung für den Antrieb der Reinigungsfedern zur Umgebung erforderlich ist. Da die Kolben-Zylinder-Einheiten im druckbeaufschlagten Wärmetauschergehäuse integriert sind, ist lediglich eine druckfeste Versorgungsleitung für die zur Bewegung der Kolben erforderliche Energie notwendig. Eine Abdichtung von sich bewegenden Bauteilen zur Umgebung ist entbehrlich.

Damit wird ein einfacher und robuster Aufbau des Wärmetauschers gewährleistet, so daß die Defektanfälligkeit gering und die Kosten für die zusätzliche Reinigungseinrichtung niedrig sind.

Ein zusätzlicher Vorteil stellt sich durch die von den Reinigungsfedern im Rohr hervorgerufenen Turbulenzen ein. Hieraus resultiert ein besserer Wärmeübergang an der Rohrinneenseite und eine verbesserte Wärmeübertragung.

Die Reinigungsfedern sind einseitig an der Anschlagplatte festgelegt. Das jeweils andere Federende ist lose im Rohr geführt. Durch die von den Kolben-Zylinder-Einheiten eingeleitete Bewegung der Reinigungsfedern werden diese in Längsrichtung im Rohr bewegt. Gleichzeitig werden die Reinigungsfedern zu Schwingungen angeregt. Der Außendurchmesser der Reinigungsfedern ist daher kleiner als der Innendurchmesser eines Rohrs gewählt. Es kommt dann zu Längs- und Querschwingungen der Reinigungsfedern. Die Reinigungswirkung besteht sowohl in einer Schab- als auch in einer Pulsations- oder Schlagwirkung. Verschmutzungen kann so entgegengewirkt werden.

Zur Erzielung eines ausreichend hohen Reinigungserfolgs reichen bereits geringe Kolbenhübe der Kolben-Zylinder-Einheit aus. Die Länge der Reinigungsfedern ist auf die Länge der Wärmetauscherrohre und den Kolbenhub abgestimmt.

In der Anschlagplatte sind in Geometrie und Anzahl entsprechend auf die austrittsseitigen Öffnungen der Wärmetauscherrohre angepaßte Durchbrechungen vorgesehen. Die Durchbrechungen gewährleisten

einen ausreichend großen Durchströmquerschnitt für das Abgas. So werden die Strömungsverhältnisse im Wärmetauscher durch die im Wärmetauschergehäuse integrierte Anschlagplatte nur unwesentlich beeinflusst.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 2 dient die Anschlagplatte der Befestigung der Gehäuse der sich über ihre die Anschlagplatte relativbeweglich durchsetzenden Kolbenstangen am Rohrboden abstützenden Kolben-Zylinder-Einheiten.

Die Festlegung der Kolbenstangen am Rohrboden kann vorteilhafterweise durch entsprechende Gewindebohrungen im Rohrboden oder am Rohrboden festgeschweißte Schraubenmuttern erfolgen. Die Anschlagplatte wird von den Kolben-Zylinder-Einheiten getragen.

Auf diese Weise ist ein lagestabiler Einbau der Anschlagplatte und eine sichere Führung der Reinigungsfedern gewährleistet. Da die Gehäuse im abströmseitigen Bereich des Wärmetauschergehäuses hinter der Anschlagplatte liegen, werden die Strömungsverhältnisse durch die integrierten Kolben-Zylinder-Einheiten nicht nachteilig beeinflusst.

Grundsätzlich sind unterschiedliche Möglichkeiten zur Festlegung der Reinigungsfedern an der Anschlagplatte möglich, beispielsweise mittels Schweißen oder Klemmen. Eine besonders vorteilhafte Art der Festlegung ist in den Merkmalen des Anspruchs 3 charakterisiert.

Danach sind die Enden der Reinigungsfedern in Durchbrechungen der Anschlagplatte eingehängt. Auf der dem Rohrboden abgewandten Seite werden die Enden der Reinigungsfedern durch eine Halteplatte fixiert. Hierzu sind Anschlagplatte und Halteplatte durch Verbindungselemente, beispielsweise Schraubbolzen, untereinander gekoppelt. Auf diese Weise ist eine sichere Lagefixierung und ein einfacher Ein- und Ausbau der Reinigungsfedern gewährleistet.

Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 4 sind die Kolben-Zylinder-Einheiten an der kalten Seite des Wärmetauschers, also an der Abgasaustrittsseite vorgesehen. Hierdurch sind die Kolben-Zylinder-Einheiten den hohen Temperatureinflüssen auf der Abgaseintrittsseite entzogen. So kann Korrosion und Materialermüdung entgegengewirkt werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist in den Merkmalen des Anspruchs 5 zu sehen. Danach sind wenigstens drei hydraulisch beaufschlagbare Kolben-Zylinder-Einheiten vorgesehen, welche über den Umfang der Anschlagplatte gleichmäßig versetzt angeordnet sind.

Hydraulikzylinder sind robust, kleinbauend und arbeiten zuverlässig. Sie sind sowohl für den Einsatz im periodischen Betrieb als auch für einen Dauerbetrieb geeignet.

Zweckmäßigerweise ist die Aktivierung der Kolben-Zylinder-Einheiten in die Abhängigkeit einer speicherprogrammierbaren Steuerung gestellt, wie dies Anspruch 6 vorsieht. Auf diese Weise kann eine

bedarfsgerechte, in Abhängigkeit vom Verschmutzungszustand des Wärmetauschers ansteuerbare Abreinigung der Wärmetauscherrohre vorgenommen werden.

Die Bewegung bzw. Bewegungsfrequenz der Reinigungsfedern kann entsprechend der Neigung zur Ablagerung des jeweiligen Mediums angepaßt werden. Bei geringer Neigung zur Bildung von Ablagerungen reicht eine diskontinuierliche Abreinigung in gewissen Zeitabständen aus. Vor allem bei Medien mit hohem Foulingfaktor, also starkem Bestreben, Ablagerungen zu bilden, ist es nützlich, die Frequenz der Federbewegungen erhöhen zu können.

Insgesamt ermöglicht die Erfindung einen kontinuierlichen Betrieb eines Wärmetauschers. An den Rohrwänden abgelagerte Schmutzpartikel werden durch die Reinigungsfedern während des Betriebs abgelöst und mit dem strömenden Medium ausgetragen. Stillstandszeiten bzw. Betriebsunterbrechungen für Reinigungsarbeiten werden weitestgehend minimiert. Auch die häufig übliche Überdimensionierung von Wärmetauschern, um den sich während des Betriebs einstellenden Leistungsrückgang infolge der Verschmutzungen zu kompensieren, ist nicht erforderlich.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 im vertikalen Querschnitt einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher und

Figur 2 in vergrößerter Darstellung den Ausschnitt II der Figur 1.

In der Figur 1 ist ein Ausschnitt aus einem Wärmetauscher dargestellt. Heißes Abgas wird von der hier nicht dargestellten Eintrittsseite durch ein von einer Vielzahl von Tauscherrohren 1 gebildeten Rohrbündel geleitet. Der Übersicht halber ist hier nur ein Tauscherrohr 1 gezeigt. Über eine Austrittskammer 2 des Wärmetauschergehäuses 3 wird das Abgas der weiteren Entsorgung zugeführt.

Beidseitig sind die Tauscherrohre 1 mit ihren Enden in Rohrböden gelagert. Hier dargestellt ist der Rohrboden 4 an der Abgasaustrittsseite 5. Das Rohrbündel ist von einem Mantel 6 umgeben, welcher mit Stützen für die Zu- und Ableitung eines Tauschermediums versehen ist. Mit 7 ist der Abgangsstutzen bezeichnet.

Jedes Tauscherrohr 1 ist in Längsrichtung mindestens zum überwiegenden Teil seiner Länge von einer Reinigungsfeder 8 durchsetzt. An einem Ende 9 ist die Reinigungsfeder 8 aus dem Tauscherrohr 1 herausgeführt und an einer im Wärmetauschergehäuse 3 angeordneten Anschlagplatte 10 festgelegt. Das andere Ende der Reinigungsfeder 8 ist lose im Tauscherrohr 1 geführt.

Zugleich dient die Anschlagplatte 10 der Befesti-

gung von im Wärmetauschergehäuse 3 integrierten Kolben-Zylinder-Einheiten 11 in Form von doppelt wirkenden Hydraulikzylindern. Hier dargestellt ist einer von insgesamt drei Hydraulikzylindern, welche über den Umfang der Anschlagplatte 10 gleichmäßig versetzt in einer Teilung von 120° angeordnet sind.

Die Kolben-Zylinder-Einheit 11 ist mit ihrem Gehäuse 12 an der Anschlagplatte 10 festgelegt. Dazu ist die Kolben-Zylinder-Einheit 11 mit einem abgestuften Ansatz 13 des Gehäuses 12 durch eine Bohrung 14 in der Anschlagplatte 10 geführt. Der Ansatz 13 weist ein Außengewinde auf, so daß die Kolben-Zylinder-Einheit 11 mittels einer hierauf verlagerbaren Mutter 15 gegen die Anschlagplatte 10 verspannt werden kann.

Über ihre die Anschlagplatte 10 relativbeweglich durchsetzende Kolbenstange 16 stützt sich die Kolben-Zylinder-Einheit 11 am Rohrboden 4 ab. Hierzu ist eine Schraubenmutter 17 am Rohrboden 4 angeschweißt, in welche die Kolbenstange 16 kopfseitig eingeschraubt ist.

Wie insbesondere die Figur 2 erkennen läßt, ist jede Reinigungsfeder 8 in einer Durchbrechung 18 der Anschlagplatte 10 eingehängt. Hierzu ist das Ende 19 der Reinigungsfeder 8 hakenartig umgeformt. Das Ende 19 ist durch die Durchbrechung 18 geführt und greift in eine neben der Durchbrechung 18 vorgesehene Bohrung 20 ein.

Zur Fixierung der Reinigungsfeder 8 ist der Anschlagplatte 10 auf der dem Rohrboden 4 abgewandten Seite 21 eine Halteplatte 22 zugeordnet. Diese ist an der Anschlagplatte 10 mittels Schraubbolzen 23 befestigt. Auf diese Weise ist jedes Ende 19 der Reinigungsfedern 8 festgeklammt.

Korrespondierend zu den Durchbrechungen 18 der Anschlagplatte 10 sind Öffnungen 24 in der Halteplatte 22 angeordnet. Die Anschlagplatte 10 und die Halteplatte 22 können so vom Abgas durchströmt werden.

Aus der Figur 2 ist zu erkennen, daß der Durchmesser der Öffnung 24 geringfügig kleiner ist als der Durchmesser einer Durchbrechung 18 in der Anschlagplatte 10. Dies trägt zu einer sicheren Fixierung der Enden 19 der Reinigungsfedern 8 bei und verhindert ein ungewolltes Aushängen.

In der Figur 1 erkennt man weiterhin, daß der Ansatz 13 des Gehäuses 12 der Kolben-Zylinder-Einheit 11 durch eine Bohrung 25 der Halteplatte 22 geführt ist. Mit seinem radialen Kragen 26 schlägt das Gehäuse 12 an der dem Rohrboden 4 abgewandten Seite 27 der Halteplatte 22 an. Die Verspannung von Gehäuse 12, Anschlagplatte 10 und Halteplatte 22 erfolgt mit Hilfe der Mutter 15.

Die Aktivierung der Kolben-Zylinder-Einheit 11 ist in die Abhängigkeit einer speicherprogrammierbaren Steuerung 28 gestellt. Damit ist eine bedarfsgerechte, in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad der Tauscherrohre 1 regel- bzw. steuerbare Fremderregung der Reinigungsfedern 8 möglich.

Die Versorgung der Kolben-Zylinder-Einheit 11 mit

Hydraulikflüssigkeit bzw. die Verbindung zu einem entsprechenden Hydraulikaggregat erfolgt über eine druckfeste und gasdichte Schlauchleitung 29 sichergestellt, welche hier nur andeutungsweise dargestellt ist. Die entsprechenden Druckanschlüsse des Wärmetauschergehäuses 3 sind mit 30 bzw. 31 bezeichnet. Zur Durchführung der Schlauchleitung 29 sind in der Anschlagplatte 10 und der Halteplatte 22 Bohrungen 32 bzw. 33 vorgesehen.

Durch die von den Kolben-Zylinder-Einheiten 11 bewirkte Bewegung der Anschlagplatte 10 werden die Reinigungsfedern 8 longitudinal in den Tauscherrohren 1 bewegt. Gleichzeitig werden sie zu Schwingungen angeregt. Es kommt dann zusätzlich zu einer intensiven Längs- und Querschwingung der Reinigungsfedern 8. Hierdurch werden Ablagerungen an den Innenflächen der Tauscherrohre 1 abgetragen. Auf diese Weise ist eine kontinuierliche Abreinigung der Tauscherrohre 1 im laufenden Betrieb sichergestellt.

Bezugszeichenaufstellung

1	- Tauscherrohr
2	- Austrittskammer
3	- Wärmetauschergehäuse
4	- Rohrboden
5	- Abgasaustrittsseite
6	- Mantel
7	- Abgangsstutzen
8	- Reinigungsfeder
9	- Ende
10	- Anschlagplatte
11	- Kolben-Zylinder-Einheit
12	- Gehäuse
13	- Ansatz
14	- Bohrung
15	- Mutter
16	- Kolbenstange
17	- Schraubenmutter
18	- Durchbrechung
19	- Ende v. 8
20	- Bohrung
21	- Seite v. 10
22	- Halteplatte
23	- Schraubbolzen
24	- Öffnung v. 22
25	- Bohrung
26	- Kragen
27	- Seite v. 22
28	- Steuerung
29	- Schlauchleitung
30	- Druckanschluß
31	- Druckanschluß
32	- Bohrung in 10
33	- Bohrung in 22

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit bündelartig zusammengefaßten, mit ihren Enden in Rohrböden gelagerten Rohren (1), in denen sich in Längsrichtung erstreckende Reinigungsfedern (8) angeordnet sind, die an einem Ende (9) aus den Rohren (1) herausgeführt und an einer im Wärmetauschergehäuse (3) angeordneten Anschlagplatte (10) festgelegt sind, die zugleich der Befestigung von in das Wärmetauschergehäuse (3) integrierten und sich an einem Rohrboden (4) abstützenden Kolben-Zylinder-Einheiten (11) dient. 5

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kolben-Zylinder-Einheiten (11) mit ihren Gehäusen (12) an der Anschlagplatte (10) festgelegt sind und sich über ihre die Anschlagplatte (10) relativbeweglich durchsetzenden Kolbenstangen (16) am Rohrboden (4) abstützen. 15 20

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anschlagplatte (10) auf der dem Rohrboden (4) abgewandten Seite (21) eine Halteplatte (22) zur Fixierung der in Durchbrechungen (18) der Anschlagplatte (10) eingehängten Enden (19) der Reinigungsfedern (8) zugeordnet ist. 25 30

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kolben-Zylinder-Einheiten (11) an der Abgasaustrittsseite (5) vorgesehen sind. 35

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens drei hydraulisch beaufschlagbare Kolben-Zylinder-Einheiten (11) vorgesehen sind, welche über den Umfang der Anschlagplatte (10) gleichmäßig verteilt angeordnet sind. 40

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aktivierung der Kolben-Zylinder-Einheiten (11) in die Abhängigkeit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (28) gestellt ist. 45

50

55

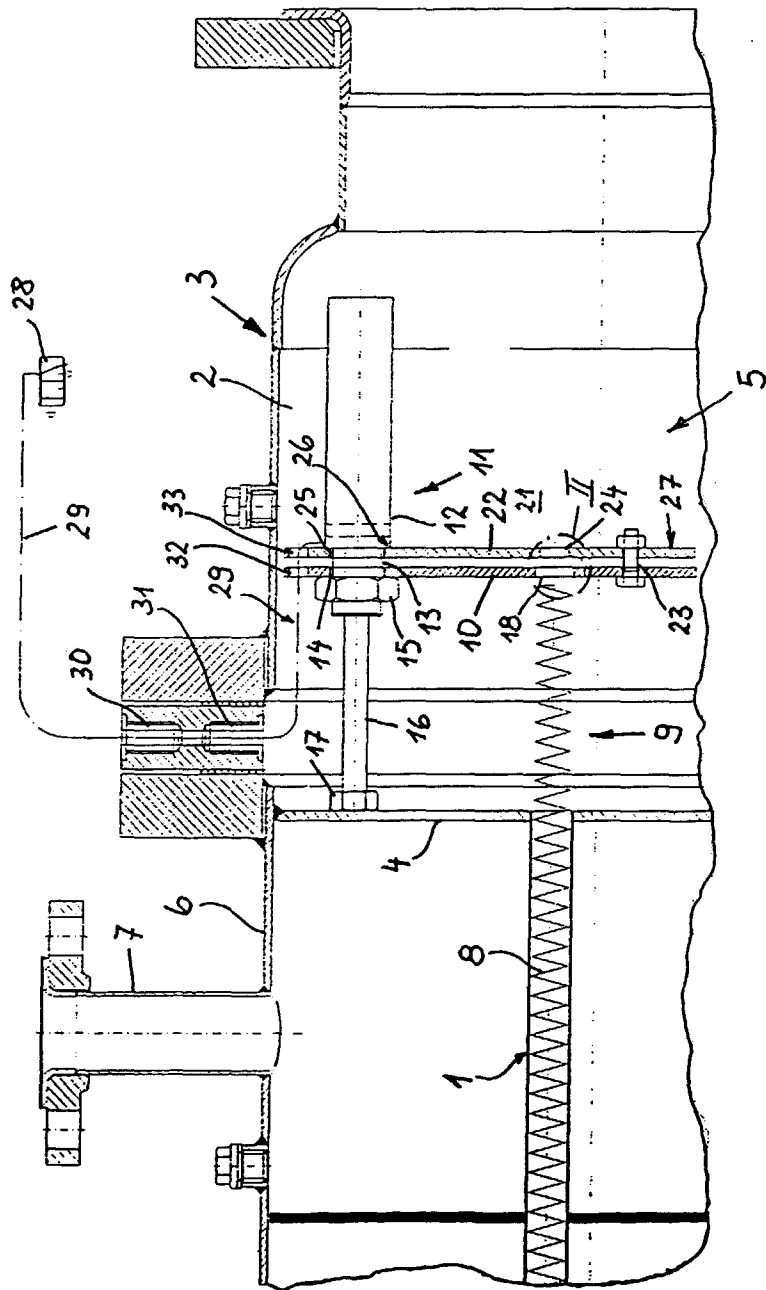


Fig. 1

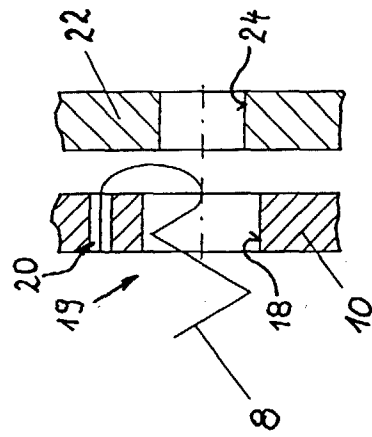


Fig. 2