



(11) **EP 1 565 702 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.10.2008 Patentblatt 2008/43

(51) Int Cl.:
F28G 1/12 (2006.01) B08B 9/055 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03810424.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/012136

(22) Anmeldetag: **31.10.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/042314 (21.05.2004 Gazette 2004/21)

(54) **VERFAHREN ZUM REINIGEN VON ROHREN IN WÄRMETAUSCHERN**

PROCESS FOR CLEANING TUBES IN HEAT EXCHANGERS

PROCÉDÉ DE NETTOYAGE DE TUBES DANS LES ÉCHANGEURS DE CHALEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

• **KRETZSCHMAR, Rainer**
58454 Witten (DE)

(30) Priorität: **05.11.2002 DE 10251736**

(74) Vertreter: **Wenzel & Kalkoff**
Flasskuhle 6
58452 Witten (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.08.2005 Patentblatt 2005/34

(56) Entgegenhaltungen:

(73) Patentinhaber: **TAPROGGE GMBH**
D-58300 Wetter (DE)

EP-A- 0 053 355	DE-U- 9 309 320
GB-A- 1 356 460	US-A- 1 597 850
US-A- 1 668 438	US-A- 3 946 455
US-A- 4 569 097	US-A- 4 733 718
US-A- 5 473 787	US-A- 6 014 789

(72) Erfinder:
• **SCHILDMANN, Hans-Werner**
42579 Heiligenhaus (DE)
• **ALTEGOER, Dietmar**
58452 Witten (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 009, no. 038
(M-358), 19. Februar 1985 (1985-02-19) & JP 59
180300 A (TOSHIBA KK), 13. Oktober 1984
(1984-10-13)

EP 1 565 702 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 betrifft ein Verfahren zum Reinigen von Rohren in Wärmetauschern

- mit mindestens einem Rohr,
- das von einem Strömungsmedium, insbesondere von Rohöl, mit einer Temperatur oberhalb 120° C durchströmbar ist,
- mittels Reinigungskörpern, die derart ausgebildet sind, daß sie
- temperaturbeständig (oberhalb 120° C) und
- gegenüber aggressiven Strömungsmedien wie Rohöl widerstandsfähig sind
- sowie eine äußere zum Abreinigen von Ablagerungen wie Verkokungen, Schmutzteilchen oder dergleichen von der Rohinnenwandung geeignete Kontaktfläche aufweisen und
- unter dem Druck des Strömungsmediums durch das Rohr hindurchgeführt werden sowie
- derart elastisch federnd ausgebildet sind,
- daß sie beim Reinigen mit ihrer Kontaktfläche unter der Wirkung einer Anpresskraft an die Rohinnenwandung angedrückt werden und
- die Ablagerungen gelöst und aus dem Rohr ausge-
tragen werden.

[0002] In der Rohölverarbeitung werden Rohrbündel-Wärmetauscher, nämlich sog. crude oil heater (COH), dazu verwendet, das Rohöl mit Prozeßabwärme in Vorheizstufen auf eine möglichst hohe Betriebstemperatur zu bringen, bevor es im Enderhitzer mit Fremdenergie auf die Temperatur erhitzt wird, die notwendig ist, wenn das Rohöl zur Destillation gelangt.

[0003] Die Aufheizung des Rohöls wird in Stufen über mehrere parallel und in Reihe geschaltete COH-Wärmetauscher vorgenommen. Dabei werden die Rohre des Wärmetauschers von außen mit Prozeßmedium beheizt. Bedingt durch den Wärmeübergang an den Rohren des Wärmetauschers kommt es zu Ablagerungen und Verkrustungen aus Partikeln aus dem Rohölstrom auf der Rohrinnenseite. Diese verschlechtern den Wärmeübergang mit der Folge einer geringeren Aufheizung des Rohöls.

[0004] Der Bildung von Ablagerungen und Verkrustungen an der Rohinnenwandung wird auf chemischem Wege entgegengewirkt, indem man dem Rohöl vor dessen Eintritt in den Wärmetauscher Additive dosiert zugibt. Damit bleibt der Belag in der Regel weich und kann im Vergleich zu fest anhaftenden Verkrustungen mechanisch leichter entfernt werden. Mit der Verwendung von Additiven wird jedoch eine Belagbildung nicht verhindert sondern lediglich verzögert. Der Wärmeübergang an den Wärmetauscherrohren verschlechtert sich durch Zunahme und Wachsen des Belages im Laufe des Betriebes, so daß eine mechanische Reinigung unerlässlich ist.

[0005] Bei den mechanischen Reinigungsverfahren ist zunächst zwischen solchen Verfahren zu unterscheiden,

die eine Unterbrechung des Betriebes und ein Öffnen des Wärmetauschers erfordern, und solchen, die während des Betriebes des Wärmetauschers wirksam werden. Letztere Verfahren umfassen einerseits fest im Wärmetauscher eingebaute Reinigungselemente und andererseits Systeme, bei denen die Wärmetauscherrohre von Reinigungselementen durchlaufen werden, wie nachstehend erläutert wird.

[0006] Verbreitet wird die manuelle Reinigung der Wärmetauscher angewendet. Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß der Betrieb des Wärmetauschers und damit gewöhnlich die gesamte Anlage, in die der Wärmetauscher eingebaut ist, stillgelegt werden muß. Die Wärmetauscher werden geöffnet - hierfür müssen sie entsprechend zugänglich angeordnet und konstruktiv in geeigneter Weise für ein leichtes periodisches Öffnen gestaltet sein - und mit herkömmlichen Verfahren wie z.B. Hochdruckreinigung oder mit Bürsten/Schabern gereinigt. Neben diesem mit hohen Kosten verbundenen Aufwand, bedingt auch durch die Unterbrechung des Betriebs des Wärmetauschers und der zugehörigen Anlage - ist ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens, daß der Belag an der Rohinnenwandung zwar entfernt, aber seine Bildung und sein Anwachsen mit entsprechender Verschlechterung des Wärmeübergangs nicht von vornherein zu vermeiden ist. Denn zwischen den Reinigungsintervallen verschlechtert sich der Wärmeübergang im Laufe des Betriebes erheblich.

[0007] Die während des laufenden Betriebes des Wärmetauschers wirksamen mechanischen Reinigungsverfahren unterliegen schon durch die sehr hohen Betriebstemperaturen, die oberhalb 120°C liegen und ohne weiteres Bereiche von ca. 400°C erreichen können, sowie durch die chemische Beanspruchung durch Verwendung in einem aggressiven Medium wie Rohöl besonderen Anforderungen.

Bekannt ist - z. B. aus der früheren Veröffentlichung HT172D, Seiten 35,36 der ESDU/USA aus dem Jahr 1995 - die Verwendung fest im Wärmetauscher eingebauter Reinigungselemente, und sie beruht auf dem Prinzip, Reinigungskörper wie schraubenförmige Federelemente oder dergleichen an einer Aufnahmevorrichtung am Eintritt des Wärmetauschers zu befestigen, die lose in den Rohren angeordnet sind und sich durch die Rohre hindurch erstrecken. Die Reinigungselemente bestehen aus temperatur- und mediumbeständigen Werkstoffen. Die Aufnahmevorrichtung ermöglicht eine rotierende Bewegung der Reinigungselemente im Rohr. Dabei werden durch die Form und Anordnung der Reinigungselemente Turbulenzen in dem Strömungsmedium erzeugt, die die Belagbildung verzögern. Außerdem werden an der Rohinnenwandung anhaftende Schmutzteilchen oder dergleichen durch die Bewegung des Reinigungselementes entfernt, so daß eine Belagbildung im wesentlichen verhindert wird.

[0008] Solche Reinigungsverfahren mit fest eingebauten Reinigungselementen haben jedoch den Nachteil, daß die im Rohr selbst, gewöhnlich auf seiner gesamten

Länge, untergebrachten Reinigungselemente eine permanente Erhöhung der Reibungsverluste der Strömung und damit einen erhöhten Energieaufwand für das aufzuheizende Medium verursachen. Die Reinigungselemente bilden außerdem Hindernisse im freien Rohrquerschnitt, so daß Schmutzteilchen an den Reinigungselementen hängenbleiben und zu Rohrverstopfungen führen können.

[0009] Bei anderen bekannten mechanischen Reinigungsverfahren, nämlich solchen mit axial beweglich in den Rohren angeordneten Reinigungskörpern - bekannt aus der Broschüre "Bruch-type Automatic Tube Cleaning Technology" von Firma WSA ENGINEERED SYSTEMS von 1993 - werden rollenförmige Reinigungsbürsten verwendet, die jeweils zwischen dem Einlaß und dem Auslaß des Rohres, dem sie zugeordnet sind, hin- und herlaufen und dabei einen Belag von der Rohrwand abreinigen können. Hierfür ist am Einlaß und am Auslaß jedes Rohres ein Korb angeordnet. Der Korb am Auslaß nimmt die Bürste auf, wenn sie das Rohr mit dem Strömungsmedium durchlaufen hat. In den Korb auf der Einlaßseite wird die Bürste zurückgeführt, damit sie für einen erneuten Reinigungsdurchlauf durch das Rohr wieder zur Verfügung steht.

[0010] Für die Rückführung der Bürsten in die Körbe auf der Einlaßseite ist der Wärmetauscher entweder abzuschalten, damit Gelegenheit besteht, die Bürsten von der Auslaßseite wieder der Einlaßseite zuzuführen. Oder das Rohrleitungssystem für den Wärmetauscher wird so eingerichtet, daß der Wärmetauscher für die Rückführung der Bürsten durch Umschalten von Armaturen von dem Medium in umgekehrter Richtung durchlaufen wird, wobei die in den Körben auf der bisherigen Auslaßseite des Rohrbündels des Wärmetauschers aufgefangenen Bürsten die Rohre nun mit dem Mediumstrom in umgekehrter Richtung durchlaufen und in den Körben auf der bisherigen Einlaßseite, die nun den Auslaß bildet, wieder aufgefangen werden. Die Umschaltung der Durchlaufrichtung des Mediumstroms im Wärmetauscher wird periodisch vorgenommen.

[0011] Die Einrichtung eines in der Strömungsrichtung umkehrbaren Systems bedingt einen hohen apparate-technischen Aufwand, so daß dieses System mit hohen Kosten verbunden ist. Auch die Anordnung von Fangkörben an jedem der Enden jedes einzelnen Rohres führt in Anbetracht der Vielzahl von Rohren bei Rohrbündel-Wärmetauschern zu hohen Fertigungs-, Montage- und Wartungskosten. Wenn sich Auffangvorrichtungen lösen und verlorengehen, geht auch die zugeordnete Bürste verloren und das Rohr wird nicht mehr gereinigt, ohne daß dies von außen festgestellt werden kann. Verlorene Fangvorrichtungen und Bürsten bilden auch gefährliche Hindernisse, weil sie den freien Durchgang des Mediums beeinträchtigen können. Beschädigte oder verschlissene Reinigungskörper lassen sich nur austauschen, wenn man die Anlage abschaltet und den Wärmetauscher öffnet. Darüber hinaus ist keine Verschleißerkennung der Reinigungskörper möglich. Das bedeutet, daß die Rei-

nigungsbürsten die Rohre nicht gründlich reinigen und daß sie insgesamt nicht optimal eingesetzt werden können, weil der Austausch der Reinigungsbürsten möglicherweise entweder zu früh oder zu spät erfolgt.

[0012] Aus der WO 99/23 438 geht ein System zum Reinigen des Rohres von Einzelrohr-Wärmetauschern für ein Verfahren der eingangs genannten Art als bekannt hervor, die vor allem in petrochemischen Anlagen als Enderhitzer verwendet werden. Das Rohr eines solchen Wärmetauschers hat gewöhnlich einen mäanderförmigen Verlauf und kann ohne weiteres eine Länge von 1000 m erreichen. Ein als "Molch" bezeichneter Reinigungskörper durchläuft das Einzelrohr unter dem Druck des Strömungsmediums, wobei die mit der Rohrwand unter der Wirkung einer Anpreßkraft in Eingriff stehende Kontaktfläche Ablagerungen von der Innenwand der Rohre abreinigt, die mit dem Strömungsmedium aus dem Rohr ausgetragen werden. Der Reinigungskörper weist eine zylindrische Hohlform auf und sein Durchmesser ist dem Durchmesser des Einzelrohrs angepaßt. Der zum Anpressen der Kontaktfläche des Rohrkörpers an die Rohrwand erforderliche Druck wird entweder durch den Druck des Strömungsmediums oder durch eine unter Radialspannung stehende Trägerkonstruktion, die z. B. als Schraubenfeder ausgeführt sein kann, bewirkt. Der Reinigungskörper ist einseitig geschlossen, um den Staudruck zur Vorwärtsbewegung ausnutzen zu können. Der Reinigungskörper wird aus Metall hergestellt, damit er temperaturbeständig und gegenüber aggressiven Strömungsmedien wie Rohöl widerstandsfähig ist. Die Länge des Reinigungskörpers ist stets erheblich größer als der Durchmesser des Einzelrohrs.

[0013] Der Reinigungskörper wird mittels apparativer Anordnungen ständig in Umlauf gehalten oder aufgefangen, gelagert und im Bedarfsfall in dem Einzelrohr neu eingesetzt. Der Reinigungskörper reinigt stets nur ein Rohr, nämlich das jeweilige Einzelrohr des Wärmetauschers, das er ggf. mehrmals durchläuft.

[0014] Eine Übertragung dieses bekannten Reinigungssystems auf Rohrbündel-Wärmetauscher ist nicht möglich. Denn die zylindrische Form der Reinigungskörper setzt voraus, daß der Reinigungskörper stets allseitig im Rohr durch die Rohrwand geführt ist, und zwar immer in ein- und derselben Richtung. Der Reinigungskörper läßt sich deshalb nicht im fließenden Strömungsmedium bei großen Durchflußquerschnitten, die z. B. in den Kammern eines Rohrbündel-Wärmetauschers anzutreffen sind, frei transportieren. Der Reinigungskörper würde im fließenden Strömungsmedium vielmehr absinken aufgrund seines hohen Gewichts bzw. seiner hohen Dichte und folglich z. B. in der Kammer eines Rohrbündel-Wärmetauschers auf der Einlaßseite vor dem Rohrboden des Wärmetauschers absinken und nur den unteren Rand des Rohrbodens erreichen. Eine Verteilung solcher Reinigungskörper an der Fläche des Rohrbodens des Wärmetauschers ist daher ausgeschlossen, und der Reinigungskörper kann sich am

Rohrboden nicht selbst für den Eintritt in ein Rohr ausrichten.

[0015] Aus der US 5 473 787 A geht ein System zum Reinigen von Rohren von Rohrbündel-Wärmetauschern als bekannt hervor, bei denen eine Vielzahl von zwischen zwei Kammern angeordneten Rohren von einem Strömungsmedium, vorzugsweise, Kühlwasser, durchströmt werden. Reinigungskörper durchlaufen die Rohre, um diese von Ablagerungen an deren Innenwandung zu reinigen. Dabei werden die gelösten Ablagerungen von den Reinigungskörpern aus den Rohren ausgetragen. Damit die Reinigungskörper im fließenden Strömungsmedium auch bei großen Durchflußquerschnitten wie z. B. in den Kammern des Wärmetauschers frei transportierbar sind, bestehen die Reinigungskörper jeweils aus einem Auftriebskörper und aus einem scheibenförmigen Reinigungselement, das einen zum Abreinigen von Ablagerungen von einer Rohrrinnenwandung geeigneten Kontaktrand aufweist. Das Reinigungselement dichtet den Querschnitt des Rohres, das es durchläuft, jeweils ab, so daß der Reinigungskörper das Rohr unter dem Druck des Strömungsmediums durchlaufen kann, wobei der Kontaktrand des Reinigungselementes unter der Wirkung einer Anpreßkraft an die Rohrrinnenwandung gedrückt bleibt. Auch wenn der Auftriebskörper ebenso wie das Reinigungselement grundsätzlich aus polymeren Kunststoffen besteht, der Auftriebskörper aus PE oder PP und das Reinigungselement aus PE, kann der Auftriebskörper auch aus Metall wie rostfreiem Stahl bestehen. Diese Ausführung ist für hohen Druck sowie für Kühlmedien bestimmt, die schädlichen Einfluß auf polymere Materialien haben. Das Reinigungselement wird dagegen stets aus elastomerem Material hergestellt, weil dieses durch den physischen Kontakt mit der Innenseite der Rohroberfläche die eigentliche Reinigung bewirkt und außerdem eine vollständige oder teilweise Abdichtung gegenüber der Rohrwand herbeiführt und dem Reinigungskörper so gestattet, durch den Druck des Strömungsmediums durch das Wärmeaustauscherrohr getrieben zu werden.

[0016] Ausgehend von einem Verfahren der eingangs genannten Art liegt deshalb der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Reinigen von Rohren von Wärmetauschern für Strömungsmedien insbesondere Rohöl, mit einer Temperatur oberhalb 120°C zu schaffen, bei dem eine Reinigung der Innenwandung der Wärmetauscherrohre auch bei einer Vielzahl von Rohren in Wärmetauschern während des Betriebes der Wärmetauscher erfolgt. Das Verfahren soll die Anforderungen erfüllen, die ein Strömungsmedium vorgibt, das hohe Temperaturen aufweist und als chemisch aggressiv einzustufen ist.

[0017] Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Verfahren vorgesehen, das **dadurch gekennzeichnet ist, daß**

- als Wärmetauscher ein Rohrbündel-Wärmetauscher gereinigt wird,

- der eine Vielzahl von parallel zueinander zwischen zwei Kammern angeordneten Rohren aufweist, und
- die Reinigungskörper einen inneren Auftriebskörper und ein den Auftriebskörper umhüllendes äußeres Reinigungselement umfassen und derart ausgebildet sind, daß sie
- im fließenden Strömungsmedium bei großen Durchflußquerschnitten wie z. B. in den Kammern des Wärmetauschers frei schwebend transportiert werden und
- im stehenden Strömungsmedium sinken oder steigen.

[0018] Als Alternative umfasst die erfindungsgemäße Lösung auch ein Verfahren, das dadurch gekennzeichnet ist, daß

- als Wärmetauscher ein Rohrbündel-Wärmetauscher gereinigt wird,
- der eine Vielzahl von parallel zueinander zwischen zwei Kammern angeordneten Rohren aufweist, und
- die Reinigungskörper einen Auftriebskörper und ein Reinigungselement umfassen, die gelenkig miteinander verbunden sind, und derart ausgebildet sind, daß sie
- im fließenden Strömungsmedium bei große Durchflußquerschnitten wie z. B. in den Kammern des Wärmetauschers frei schwebend transportiert werden und
- im stehenden Strömungsmedium sinken oder steigen.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet eine Reinigung der Rohre von Rohrbündel-Wärmetauschern unter den eingangs der Beschreibung genannten Bedingungen während des laufenden Betriebs des Wärmetauschers und der übrigen Komponenten der Anlage, der der Wärmetauscher zugeordnet ist.

[0020] Die in den beiden Verfahrensalternativen vorgesehenen Reinigungskörper sind aufgrund einer geeigneten Materialauswahl und eines geeigneten Aufbaus beständig gegenüber hohen Temperaturen und aggressiven Strömungsmedien wie Rohöl. Sie sind im Aufbau und in der Dichte so ausgelegt, daß sie im fließenden Strömungsmedium auf der Einlaßseite des Rohrbündel-Wärmetauschers frei in die dortige Kammer transportiert werden und sich am Rohrboden der Kammer verteilen, um dort in eins der zu reinigenden Rohre einzutreten. Sie durchlaufen das zu reinigende Rohr jeweils unter dem Druck des Strömungsmediums, indem sie auf der Einlaßseite des Rohrbündel-Wärmetauschers von der dortigen Kammer aus am Einlaß der Rohre eintreten und die Rohre nach dem Durchlauf am Auslaß wieder verlassen. Dabei findet eine intensive Reinigung der gesamten Rohrrinnenwandung statt, wenn die Kontaktfläche des Reinigungskörpers beim Durchlauf desselben durch das Rohr mit der gesamten Oberfläche der Rohrrinnenwandung in Kontakt kommt und dabei mit der Kontakt-

fläche unter der Wirkung einer Anpreßkraft an die Roh-
rinnenwandung angedrückt wird.

[0021] Die Kontaktfläche des Reinigungskörpers ist so
ausgebildet, daß sie an der Rohrrinnenwandung anhaf-
tende Ablagerungen wie Verkokungen, Schmutzteilchen
oder dergleichen erfaßt und löst, so daß diese von dem
Strömungsmedium und/oder dem Reinigungskörper
selbst mitgenommen und aus dem Rohr ausgetragen
werden können. Auf diese Weise kann sich auf der Roh-
rinnenwandung kein Belag im Sinne einer länger anhal-
tenden Ablagerung von Schmutzteilchen bilden. Auch
Verkrustungen auf der Rohrrinnenseite werden vermie-
den.

[0022] Der Wärmeübergang an den Rohren des Wär-
metauschers und damit dessen Wirkungsgrad bleiben
gleich und werden nicht beeinträchtigt. Durch die konti-
nuierliche Reinigung während des Betriebes des Wär-
metauschers liegen konstante Bedingungen während
der gesamten Betriebsdauer vor.

[0023] Die Notwendigkeit zum Abschalten und Öffnen
des Wärmetauschers zum Reinigen der Rohre - wie beim
Stand der Technik - entfällt. Die Hinzufügung von Addi-
tiven zum Strömungsmedium ist nicht erforderlich. An
der Ein- und an der Auslaßseite des Wärmetauschers
bedarf es keiner kostspieligen apparativen Einrichtungen,
um die Reinigungskörper in die Rohre einzuführen und
am Rohrende wieder aufzufangen.

[0024] Nach einer wesentlichen Weiterbildung der Er-
findung werden die Reinigungskörper nach dem Durch-
lauf durch die Rohre gesammelt und bei Bedarf den Ein-
trittsöffnungen der Rohre für einen weiteren Reinigungs-
durchgang durch die Rohre zugeführt. Je nach Umstän-
den kann sich ein Bedarf für eine sofortige Zurückführung
der Reinigungskörper zur Einlaßseite des Wärmetau-
schers oder erst zu einem späteren Zeitpunkt ergeben.
Wesentlich ist, daß die Reinigungskörper auf der Aus-
laßseite nicht einzelnen Auffangvorrichtungen zugeführt
werden sondern daß die Reinigungskörper gesammelt
und gemeinsam wieder zur Einlaßseite zurückgeführt
werden, jedenfalls auf einem gemeinsamen Weg, der
keine aufwändigen Eingriffe oder Maßnahmen zur Rück-
führung erfordert.

[0025] Vorzugsweise werden die Reinigungskörper in
einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Kreislauf
geführt, nämlich nach dem Durchlauf durch die Rohre in
einer Fangvorrichtung gesammelt und entweder unmit-
telbar der Einlaßseite der Rohre für einen erneuten
Durchlauf wieder zugeführt oder zunächst in einer Auf-
nahmeeinrichtung gesammelt werden, wobei die Reini-
gung der Rohre unterbrochen und erst nach Ablauf einer
vorbestimmten Zeitdauer oder in Abhängigkeit vom Ver-
schmutzungsgrad der Rohre oder von anderen Parame-
tern wieder durchgeführt wird. Diese Verfahrensvariante
ist sehr wesentlich, weil sie eine automatische kontin-
uierliche oder diskontinuierliche Rückführung der Reini-
gungskörper gestattet, so daß sich insgesamt eine sehr
einfach durchzuführende und sehr effiziente Reinigung
der Innenwandung der Rohre ergibt, ohne daß hierfür

ein erheblicher baulicher Aufwand erforderlich ist.

[0026] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vor-
gesehen, daß für die Reinigungskörper hinter den Aus-
laßseiten des Wärmetauschers eine Fangvorrichtung,
bspw. ein feststehendes oder bewegbares Sieb oder ein
Filter zum Auffangen der Reinigungskörper aus dem Me-
dienstrom verwendet wird. Stationäre Fangvorrichtun-
gen, wie bspw. Filter oder feststehende Siebe, überspan-
nen gewöhnlich den gesamten Querschnitt der
Abflußleitungen auf der Auslaßseite des Wärmetau-
schers. Bewegbare Siebe sind zwischen einer neutralen
Position, in der sie den gesamten Mediumstrom mit allen
Bestandteilen passieren lassen, und einer Sammelposi-
tion, in der sie den gesamten Querschnitt der Abflußlei-
tung des Mediums zum Auffangen der Reinigungskörper
überspannen, umschaltbar.

[0027] Der jeweiligen Fangvorrichtung ist eine Schleu-
se zur Befüllung und Entnahme der Reinigungskörper
nachgeschaltet. Bei diskontinuierlichem Reinigungsbe-
trieb kann die Schleuse auch der Zwischenlagerung der
Reinigungskörper während der Unterbrechung der Rohr-
reinigung dienen. Für nahezu jede Unterbrechung ist die
Eigenschaft der Reinigungskörper wichtig, im stehenden
Strömungsmedium zu sinken oder zu steigen. Denn so
ist eine leichte Trennung der Reinigungskörper von dem
Strömungsmedium zum Speichern derselben in Schleu-
sen oder dergleichen möglich.

[0028] Insgesamt wird damit ein zwei Alternativen um-
fassendes Verfahren zum Reinigen von Rohren von Wär-
metauschern für Strömungsmedien wie Rohöl mit einer
Temperatur oberhalb 120°C und mit erheblichen che-
misch aggressiven Eigenschaften ermöglicht, das sich
gegenüber den eingangs erörterten bekannten Systemen
grundsätzlich unterscheidet und erstmals eine dau-
erhafte Reinigung der Rohre auch für derartige Medien
gestattet oder zuläßt, ohne daß hierfür ein erheblicher
baulicher Aufwand erforderlich ist. Vor allem läßt sich mit
dem erfindungsgemäßen Verfahren vermeiden, daß
man den Betrieb des Wärmetauschers und der vom Be-
trieb des Wärmetauschers abhängigen Komponenten ei-
ner Gesamtanlage zum Reinigen der Rohre unterbre-
chen und den Wärmetauscher öffnen muß. Erstmals
steht durch die Erfindung ein System für solche Medien
zur Verfügung, bei dem die Reinigungskörper bei ihrer
Rückführung von der Auslaßseite auf ihre Funktionsfä-
higkeit hin geprüft werden können, indem man die Rei-
nigungskörper entsprechende Prüfeinrichtungen durch-
laufen läßt.

[0029] Es liegt auf der Hand, daß sich ein solches Ver-
fahren grundsätzlich von Verfahren von Einzelrohr-Wär-
metauscher unterscheidet, wo nur ein einzelner Reini-
gungskörper die gesamte Länge des mäanderförmigen
Einzelrohres durchläuft und hierbei ebenso wie bei der
Zuführung, Rückführung und beim Einfangen stets im
Rohr geführt ist und nicht frei im fließenden Strömungs-
medium transportiert wird. Er braucht im stehenden Strö-
mungsmedium auch nicht zu sinken und nicht zu steigen,
weil er sich stets in einem Rohr befindet, das ihn auf-

nimmt und führt.

[0030] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden als Reinigungskörper vorzugsweise im wesentlichen kugelförmige, elastische Rollkörper mit reinigender Oberfläche verwendet, wobei die gesamte Oberfläche des Reinigungskörpers die Kontaktfläche zum Abreinigen von Ablagerungen von der Rohrrinnenwandung bildet. Diese Form und Ausbildung des Reinigungskörpers zeichnet sich durch sehr wesentliche Vorteile aus. Zum einen braucht man den Körper aufgrund seiner Kugelform bzw. seiner balligen Form nicht richtungsgebunden in den Rohreinlaß des zu reinigenden Rohres einzusetzen, sondern der Reinigungskörper nimmt in jeder Lage nach dem Eintritt in das Rohr selbsttätig eine Anpassung an den freien Innenquerschnitt des Rohres vor, ohne daß hierfür besondere Maßnahmen zu treffen sind. Dadurch, daß die gesamte Oberfläche des Reinigungskörpers eine zum Abreinigen von Ablagerungen geeignete Kontaktfläche bildet, die mit der Rohrrinnenwandung in Eingriff kommt, steht durch die Kugelform ein hohes Reinigungspotential zur Verfügung. Aufgrund seiner Elastizität kann sich der Reinigungskörper jeder in der Praxis möglichen Änderung der Form des freien Querschnitts des zu reinigenden Rohres anpassen, beispielsweise wenn sich eine Verkrustung als Folge unerwartet hoher momentaner Verschmutzungen des Strömungsmediums ergibt. Zylinderförmige Reinigungskörper wie beim Stand der Technik sind demgegenüber ungeeignet für einen Einsatz in Rohrbündel-Wärmetauschern.

[0031] Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einem innerem Auftriebskörper und einem den Auftriebskörper umhüllenden äußeren Reinigungselement der Außendurchmesser des Reinigungskörpers im druckfreien Zustand, nämlich vor dem Eintritt des Reinigungskörpers in das Rohr, größer als der Innendurchmesser des Rohres, und der Außendurchmesser des Reinigungskörpers paßt sich dem Innendurchmesser des Rohres an, wenn der Reinigungskörper in die Eintrittsöffnung des Rohres eintritt und dabei elastisch federnd zusammengedrückt wird. Bei dieser Ausbildung des Reinigungskörpers wird die Anpreßkraft, mit der die Kontaktfläche des Reinigungskörpers mit der Innenwandung des Rohres in Eingriff kommt, durch einen entsprechend elastisch federnden Aufbau des Reinigungskörpers erzeugt. Hierfür wird dem Reinigungskörper im druckfreien Zustand ein größerer Außendurchmesser erteilt, als dem Innendurchmesser des Rohres entspricht.

[0032] Die erfindungsgemäßen Verfahrensalternativen mit Verwendung von Reinigungskörpern der angegebenen Art lassen sich in einer Vielzahl verschiedenartig arbeitender Reinigungssysteme einsetzen. So ist es möglich, solche Reinigungskörper für Verfahren zu verwenden, bei denen die Reinigungskörper durch Umkehr der Strömungsrichtung des Mediumstroms in dem zu reinigenden Rohr praktisch hin- und herlaufen. Hierfür ist, bedingt durch die Bereitstellung eines richtungsumschaltbaren Leitungssystems für das Strömungsmedium, ein verhältnismäßig hoher Bauaufwand erforderlich,

wie eingangs bereits erläutert wurde. Dennoch wird dieses Reinigungssystem durch Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den zugehörigen Reinigungskörpern sehr wesentlich vereinfacht, weil die Reinigungskörper, wie bereits angeführt, nicht richtungsgebunden eingesetzt werden müssen. Dies hat den Vorteil, daß nicht jeder Reinigungskörper einen besonderen Aufhängepunkt an beiden Seiten des zu reinigenden Rohres aufweisen muß, mit dem der Reinigungskörper an der Ein- und an der Auslaßseite stets so gegenüber dem zu reinigenden Rohr ausgerichtet wird, daß er sich überhaupt in das Rohr einsetzen läßt, damit er es durchlaufen kann. Erfindungsgemäß können die Reinigungskörper nach einem Reinigungsdurchgang an der Auslaßseite der Rohre als Batch, d.h. als Menge, aufgefangen und in geeigneter Weise den Rohren zum Reinigen wieder zugeführt werden, entweder durch Strömungsumkehrung an der bisherigen Auslaßseite oder aber durch Umsetzen der Reinigungskörper insgesamt an die bisherige Einlaßseite, die stets Einlaßseite bleibt.

[0033] Mit besonderem Vorteil lassen sich die erfindungsgemäßen Verfahrensalternativen in Systemen verwenden, in denen die Reinigungskörper kontinuierlich oder diskontinuierlich im Kreislauf geführt werden. Hierzu wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die entsprechenden vorstehend erläuterten Verfahren hingewiesen.

[0034] Nach einer der beiden erfindungsgemäßen Verfahrensalternativen weist der Reinigungskörper innen ein Auftriebselement und außen ein Reinigungselement auf. Mit dem Auftriebselement wird die Position bzw. der Weg des Reinigungskörpers im Mediumstrom vorgegeben bzw. beeinflußt, während das Reinigungselement die Funktion der Rohrreinigung übernimmt. Mit dem Auftriebselement soll erreicht werden, daß der Reinigungskörper im fließenden Mediumstrom frei transportiert wird, so daß sich die Reinigungskörper vor allem an der Einlaßseite des Wärmetauschers, also vor dem Rohrboden, möglichst verteilen, so daß die Rohre mit etwa gleicher Häufigkeit gereinigt werden. Bei der Gestaltung des Auftriebselements muß folglich vor allem darauf geachtet werden, daß eine Gesamtdichte des Reinigungskörpers erreicht wird, die auf die Dichte des Prozeßmediums abgestimmt ist, damit der Reinigungskörper im fließenden Mediumstrom frei transportiert wird. Bei der Gestaltung des Reinigungselementes ist darauf zu achten, daß vor allem die kugelige oder ballige Kontaktfläche zum Abreinigen von Ablagerungen bzw. von an der Rohrrinnenwandung abgelagerten Schmutzteilen oder dergleichen geeignet und entsprechend abrasiv ausgebildet ist.

[0035] Für die Funktion des Auftriebselements ist es zweckmäßig, daß das Auftriebselement im Zentrum des Reinigungskörpers angeordnet ist und aus einem oder mehreren druckfesten oder druckfest gestalteten Hohlkörpern z.B. aus Metall oder Körpern mit geringem spezifischem Gewicht wie z.B. Metallschaum besteht. Die erforderliche Druckfestigkeit richtet sich vor allem nach

dem relativ hohen Systemdruck, der z.B. in Systemen zum Aufheizen von Rohöl herrscht.

[0036] Die Kontaktfläche des Reinigungselementes muß vor allem abrasiv wirken, damit Ablagerungen von der Rohrrinnenwandung abgereinigt werden können. Hierfür ist es möglich, das Reinigungselement aus Metall-Lamellen, Metall-Gestrick, Metall-Geflecht, Metall-Folie oder dergleichen zu bilden, nämlich aus hitzebeständigen und gegenüber aggressiven Medien unempfindlichen Materialien mit Kanten, die sich zum Abreinigen von Rückständen von der Rohrrinnenwandung eignen. Das Reinigungselement soll zweckmäßig auch federnd elastisch ausgebildet sein, damit eine entsprechende Anpreßkraft zwischen der Kontaktfläche und der Rohrrinnenwandung erzeugt wird, wenn der Reinigungskörper in das Rohr eintritt. Der unmittelbar wirksame Abschnitt der kugeligen oder balligen Kontaktfläche kann aufgrund der federnd elastischen Eigenschaften des Reinigungselementes einer schmalen, bandförmigen Abflachung entsprechen, die sich kreisförmig um den Reinigungskörper erstreckt und mit der Rohrrinnenwandung in Eingriff steht.

[0037] Seltener wird der Fall sein, daß ein federnd elastisches Bindematerial wie Metallschaum das Reinigungselement trägt und allein das notwendige elastisch federnde Verhalten des Reinigungskörpers bewirkt. Eher wird die notwendige Elastizität gemeinsam von dem Bindematerial und dem Reinigungselement erzeugt. Das Reinigungselement kann jedoch auch teilweise oder vollständig im Bindematerial eingebettet sein.

[0038] Für den Fall, daß durch den Reinigungskörper von der Rohrrinnenwandung abgereinigte Ablagerungen an der Kontaktfläche des Reinigungskörpers fest anhaften und nicht von dem Strömungsmedium selbst wieder von der Kontaktfläche gelöst werden, kann eine Reinigung der Kontaktfläche der Reinigungskörper vor ihrem erneuten Zuführen zur Einlaßseite des Wärmetauschers vorgenommen werden z. B. durch Hochdruckstrahlen der Kontaktfläche der Reinigungskörper, und/oder durch mechanische Mittel wie Bürsten oder dergleichen. Eine Kontrolle der Reinigungskörper im Hinblick auf Verschleiß oder Beschädigungen oder dergleichen ist auf dem Weg der Reinigungskörper von der Auslaßseite des Wärmetauschers zur Einlaßseite hin jederzeit möglich.

[0039] Nach der alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist unter anderem vorgesehen, daß die Reinigungskörper jeweils einen Auftriebskörper und ein mit diesem gelenkig verbundenes Reinigungselement umfassen. Vorzugsweise handelt es sich dabei um einen - in Strömungsrichtung des Strömungsmediums in den Rohren gesehen - vorderen Auftriebskörper und um ein an dessen Rückseite angeordnetes Reinigungselement. Bei dieser Ausführungsform sind die Funktionen "Auftrieb" und "Reinigung" auf zwei gesonderte Teilkörper aufgeteilt, auch wenn die beiden Teilkörper zu einem Reinigungskörper vereinigt sind. Bei der Gestaltung des Auftriebselements ist das Gewicht des Reinigungselementes mitzubetrachten. Das

Auftriebsselement tritt zuerst in das zu reinigende Rohr ein und nimmt das an seiner Rückseite befestigte Reinigungselement mit.

[0040] Zweckmäßig weist das Auftriebsselement eine ballige oder kugelförmige Form auf und übernimmt die Funktion eines Schwimmkörpers, der aus einem oder mehreren Hohlräumen oder mit einer entsprechend porigen Struktur gebildet ist. Der Durchmesser des Auftriebsselements ist zweckmäßig kleiner als der Innendurchmesser des Rohres, damit das Auftriebsselement leicht in den Rohreinlaß eintreten und das Rohr möglichst ungehindert durchlaufen kann.

[0041] Das Reinigungselement dieses Reinigungskörpers ist vorzugsweise blatt- oder scheibenförmig sowie kreisrund aus Federblech ausgebildet und trägt einen Kranz aus elastisch federnden Lamellen, der als Kontaktfläche an der Rohrrinnenwandung anliegt. Der Durchmesser des Lamellenkranzes ist im freien Zustand folglich größer als im Rohr, wenn der Lamellenkranz elastisch federnd auf den Rohrrinnendurchmesser zusammengedrückt ist und damit die notwendige Anpreßkraft erzeugt wird. Wenn sich der Reinigungskörper im Rohr befindet, wirkt der Druck des Strömungsmediums überwiegend auf das Reinigungselement, um den Reinigungskörper zusammen mit dem Strömungsmedium durch das Rohr hindurchzuschieben. Je nach Ausbildung des Reinigungselementes, das beispielsweise auch einen drahtbürstenförmigen Kranz aufweisen kann, der die abreinigende Kontaktfläche bildet, kann auch das vordere Auftriebsselement als Vortriebskörper dienen, indem man beispielsweise den kreisförmigen Spalt zwischen der Außenseite des Auftriebsselements und der Rohrrinnenwandung relativ schmal hält.

[0042] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Verbindung zwischen dem Auftriebskörper und dem Reinigungselement jeweils gelenkig ist und damit eine begrenzte radiale Relativbewegung und vorzugsweise eine begrenzte relative Axialbewegung des Auftriebskörpers und des Reinigungselementes zuläßt. Es hat sich gezeigt, daß diese gelenkige Verbindung mit radialem und axialem Spiel zwischen dem Reinigungselement und dem Auftriebskörper die Ausrichtung und den Eintritt der Reinigungskörper in die Rohre des Rohrbündel-Wärmetauschers unterstützt.

[0043] Vorzugsweise weist das Reinigungselement kleeblattförmige Lamellen auf, die durch einen breiten Schlitz voneinander getrennt sind und abgerundete Ecken aufweisen. Diese Form des Reinigungselementes trennt die Lamellen voneinander, so daß kein Verklemmen der Lamellen an Rohrenden oder dergleichen stattfinden kann.

[0044] Vor allem bei extrem geringen Anströmgeschwindigkeiten des Rohöls auf den Rohrboden des Rohrbündel-Wärmetauschers ist es vorteilhaft, wenn auf beiden Seiten des Reinigungselementes jeweils ein Auftriebsselement angeordnet ist. Bei dieser Ausbildung befindet sich stets einer der beiden kugel- oder birnenförmigen Auftriebskörper in Strömungsrichtung vorn, so

daß der Reinigungskörper am Rohrboden leicht in eines der Rohre eintreten und dies in ausgerichteter Lage durchlaufen kann. Für diesen dreiteiligen Reinigungskörper wird ebenfalls die vorgenannte gelenkige Verbindung zwischen dem Reinigungselement und den beiden Auftriebskörpern verwendet.

[0045] Eine wesentliche Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die Kombination aus dem Auftriebskörper und dem Reinigungselement - unabhängig davon, ob die Reinigungskörper ein- oder mehrteilig gestaltet sind - in ihrer Gesamtdichte und in ihrer Form so ausgelegt ist, daß die Reinigungskörper im fließenden Strömungsmedium insbesondere bei großen Durchflußquerschnitten wie z. B. in den Kammern der Rohrbündel-Wärmetauscher frei transportiert werden. Dadurch verteilen sich die Reinigungskörper in der turbulenten Strömung in der Kammer am Einlaß vor dem Rohrboden des Rohrbündel-Wärmetauschers.

[0046] Ferner wird bevorzugt, daß das Material des Reinigungselementes und das Material des Elastizitätsmediums, falls ein solches als Bindematerial verwendet wird, und das Material des Auftriebselements temperaturbeständig (min. 120°C) sowie widerstandsfähig gegenüber aggressiven Medien wie Rohöl ist und vorzugsweise aus Metall besteht.

[0047] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Rohrbündel-Wärmetauscheranlage mit einem System zum Reinigen von Rohren von Wärmetauschern, bei denen die Rohre von Reinigungskörpern durchlaufen und die Reinigungskörper in der Anlage in einem Kreislauf geführt werden;
- Fig. 1a eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Rohrbündel-Wärmetauscheranlage wie in Fig. 1, jedoch mit einer alternativen Ausführung einer für den Kreislauf der Reinigungskörper verwendeten Schleuse;
- Fig. 2 eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers im Querschnitt;
- Fig. 3 eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers im Querschnitt;
- Fig. 4 eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers im Querschnitt;
- Fig. 5 eine Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers teilweise als

Schnittdarstellung;

- Fig. 6 eine Ansicht eines Rohteils des Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers gemäß Fig. 5;
- Fig. 7 eine Ansicht eines fünften Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers in Schnittdarstellung, wobei der Reinigungskörper zweiteilig ausgebildet ist;
- Fig. 8 eine Ansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers in Schnittdarstellung in zweiteiliger Ausbildung in einem der zu reinigenden Rohre;
- Fig. 9 eine Vorderansicht eines Reinigungselementes zur Verwendung mit einem Reinigungskörper der Ausbildung nach Fig. 8 sowie in entsprechender Anpassung auch gemäß Fig. 7;
- Fig. 10 eine Ansicht eines siebenten Ausführungsbeispiels eines Reinigungskörpers in Schnittdarstellung in dreiteiliger Ausbildung.

[0048] Die in Figur 1 als Ausführungsbeispiel für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens rein schematisch dargestellte Anlage dient zum Aufheizen eines Rohölstroms in einem Rohrbündel-Wärmetauscher 10, dem das Rohöl durch eine Zuführleitung 11 in Pfeilrichtung 12 mit Unterstützung durch eine Pumpe 13 zugeführt wird. Der Wärmetauscher 10 umfaßt in üblicher Weise ein zwischen zwei Kammern 10a, 10b angeordnetes Bündel von etwa 100 bis 500 Rohren 5, in denen das Rohöl mit der Prozesswärme aufgeheizt wird, die durch die Rohrwandung hindurch auf das Rohöl wirksam wird, wenn es die Rohre 5 durchläuft. Hinter dem Wärmetauscher 10 wird das Rohöl über die Leitung 14 in Pfeilrichtung 15 ab- und der nächsten Verarbeitungsstufe - in der Regel dem Enderhitzer - zugeführt. Die Temperatur des durch die Anlage geführten Rohöls kann beispielsweise im Bereich von 120°C bis 400°C liegen.

[0049] Zur Reinigung der Rohre 5 des Wärmetauschers 10 während des laufenden Betriebs des Wärmetauschers 10 und der übrigen Komponenten der Anlage sind Reinigungskörper vorgesehen, die in Figur 1 und 1a als kleine Kreise in den Kammern 10a, 10b angedeutet sind und anhand anderer Figuren noch näher erläutert werden. Die Reinigungskörper verteilen sich in einer turbulenten Strömung des Strömungsmediums in der Kammer 10a am Rohrboden des Wärmetauschers 10 so, daß während mehrerer Umläufe in den Einlaß jedes Rohres 5 mindestens ein Reinigungskörper eintritt. Die Reinigungskörper durchlaufen das zu reinigende Rohr 5 jeweils frei unter dem Druck des Rohölstroms, indem sie am Einlaß des Rohres 5 eintreten und das Rohr 5 nach dem Durchlauf am Auslaß in der Kammer 10b wieder

verlassen. Dabei findet eine intensive Reinigung der gesamten Rohrrinnenwandung statt. Sämtliche an der Rohrrinnenwandung anhaftende Ablagerungen wie Schmutzteilchen z. B. Verkokungen werden von den Reinigungskörpern abgeschabt und von diesen gemeinsam mit dem Rohölstrom aus den Rohren 5 ausgetragen. Für eine wirksame Reinigung der Rohre 5 ist wichtig, daß die Reinigungskörper so ausgebildet sind, daß sie im fließenden Strömungsmedium insbesondere bei großen Durchflußquerschnitten wie z. B. in den Kammern 10a, 10b des Rohrbündel-Wärmetauschers 10 frei transportiert werden und im stehenden Strömungsmedium sinken oder steigen. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird hierzu auf die Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der bei diesem Verfahren verwendeten Reinigungskörper im ersten Teil der Beschreibung hingewiesen.

[0050] Die Darstellung von Figur 1 dient primär einer bevorzugten Ausführungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens, wonach die Reinigungskörper in einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Kreislauf geführt werden. Das bedeutet, daß die Reinigungskörper nach dem Durchlauf durch die Rohre 5 zunächst mit einer Fangvorrichtung 16 aus dem Rohölstrom der Leitung 14 herausgeholt und durch eine Leitung 17 hindurch in Richtung des Pfeils 18 abgeführt werden, während der Rohölstrom die Anlage ohne Reinigungskörper über eine Abführleitung 15a wieder verläßt. In der Fangvorrichtung 16 kann ein Filter als stationäre Fangvorrichtung vorgesehen sein, der den gesamten Querschnitt der Fangvorrichtung 16 überspannt. Es können jedoch auch bewegbare oder feste Siebe - in Figur 1 durch die gestrichelte Linie 16a angedeutet - als Fangvorrichtung 16 eingesetzt werden. Die Siebe sind zwischen einer neutralen Position, in der sie den gesamten Rohölstrom passieren lassen, und einer Sammelposition, in der sie den gesamten Querschnitt der Fangvorrichtung 16 überspannen und die Reinigungskörper aus dem Rohölstrom entfernen, umschaltbar.

[0051] Im Falle einer kontinuierlichen Reinigung der Rohre 5 des Wärmetauschers 10 werden die Reinigungskörper von der Leitung 17 aus im Kreislauf wieder unmittelbar in die Zuführleitung 11 eingespeist (nicht dargestellt).

[0052] Für den Fall einer diskontinuierlichen Einspeisung der Reinigungskörper in den Kreislauf bzw. in die Zuführleitung 11 - entweder periodisch nach Ablauf einer bestimmten Zeitdauer oder in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad der Rohre 5 oder auch von anderen Parametern - werden die Reinigungskörper durch die Leitung 17 hindurch einer Sammeleinrichtung, nämlich einer Schleuse 19 zugeführt, in der sie gesammelt und zu einem vorgegebenen Zeitpunkt über die Leitung 30 und eine Rückschlagklappe 40 in Pfeilrichtung 41 wieder in die Zuführleitung 11 eingespeist werden. Hierfür ist die Schleuse 19 in eine obere Kammer 20 und eine untere Kammer 21 unterteilt, die durch einen Boden 22 voneinander getrennt sind. In dem Boden befindet sich eine

Öffnung 23, die mit einer um eine Achse 25 verschwenkbaren Klappe 24 verschlossen wird, wenn die Reinigungskörper in der oberen Kammer 20 gesammelt werden. In einem Bypass 26, der von der oberen Kammer 20 ausgeht und mit seinem anderen Ende in einer bestimmten Position an die untere Kammer 21 angeschlossen ist, befindet sich eine Pumpe 28, die von der Leitung 17 kommendes Rohöl über einen Drahtkorb 29 oder dergleichen, der keine Reinigungskörper durchläßt, aus der oberen Kammer 20 derart in die untere Kammer 21 einspeist, daß der dort eintretende Strahl, wie durch den Doppelpfeil angedeutet ist, die Klappe 24 in der geschlossenen Stellung der Öffnung 23 hält, solange die Reinigungskörper in der oberen Kammer 20 gesammelt werden. Wird die Pumpe 28 abgestellt, sinkt die Klappe 24 in die in der Zeichnung mit gestrichelten Linien dargestellte Offenstellung, so daß die Reinigungskörper von der oberen Kammer 20 in die untere Kammer 21 gelangen.

[0053] Am Beginn eines neuen Reinigungszyklus steht die Klappe 24 in der Offenstellung. Die Reinigungskörper befinden sich in der unteren Kammer 21. Sobald der Antrieb der Pumpe 28 eingeschaltet wird, schwenkt die Klappe 24 unter der Wirkung der gegen die Klappe 24 gerichteten Rohölströmung aus der Bypass-Leitung 26 nach oben in die Schließstellung. Die Reinigungskörper werden durch die Rohölströmung aus der Bypass-Leitung 26 in die Leitung 30, in der die Rückschlagklappe 40 am Beginn des Reinigungszyklus durch den Druck des Strömungsmediums geöffnet wird, und von hier wieder in die Einlaßleitung 11 gefördert. Während eines solchen Reinigungszyklus durch die Fangvorrichtung 16 gesammelte Reinigungskörper werden durch die Leitung 17 wieder in die obere Kammer 20 transportiert, weil die Öffnung 23 durch die Klappe 24 verschlossen ist. Am Ende des Reinigungszyklus wird der Antrieb der Pumpe 28 abgeschaltet. Der Rohölstrahl aus der Bypass-Leitung 26 hört auf, so daß die Klappe 24 unter der Wirkung ihrer Schwerkraft aus der Schließstellung in die Offenstellung zurückschwenkt. Die Rückschlagklappe 40 verhindert einen Rückfluß des Mediums. Die Reinigungskörper sinken aus der oberen Kammer 20 durch die Öffnung 23 hindurch in die untere Kammer 21. Dort bleiben sie bis zum Beginn des nächsten Reinigungszyklus.

[0054] Die vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebene Betriebsweise wird bei sinkenden Reinigungskörpern, d. h. bei Reinigungskörpern mit höherer Dichte als das Betriebsmedium (z. B. Rohöl) angewandt. Für Reinigungskörper mit geringerer Dichte, d. h. Reinigungskörper, die im Betriebsmedium, ggf. auch Rohöl, aufsteigen, ist eine alternative Ausführung und Betriebsweise der Schleuse vorzusehen. Ein Ausführungsbeispiel einer solchen Schleuse ist in schematischer Darstellung Fig. 1a zu entnehmen. Die nachfolgende Beschreibung beschränkt sich im wesentlichen auf den Aufbau und die Betriebsweise der Schleuse.

[0055] Diese Schleuse 19 ist ähnlich wie die Schleuse 19 in Fig. 1 in eine obere und untere Kammer 20, 21

unterteilt, die durch einen Boden 22 voneinander getrennt sind. In dem Boden 22 befindet sich eine Öffnung 23, die mit einer um eine Achse 25 schwenkbaren Klappe 24 verschlossen wird, wenn die Reinigungskörper in der unteren Kammer 21 gesammelt werden. In einem Bypass 26, der von der unteren Kammer 21 ausgeht und mit seinem anderen Ende in einer bestimmten Position an die obere Kammer 20 angeschlossen ist, befindet sich wie in der erstgenannten Ausführung eine Pumpe 28, die von der Leitung 17 kommendes Rohöl über einen Drahtkorb 29 oder dergleichen, der keine Reinigungskörper durchläßt, aus der unteren Kammer 21 derart in die obere Kammer 20 einspeist, daß der dort eintretende Strahl, wie durch den Doppelpfeil angedeutet ist, die Klappe 24 entgegen der Federkraft einer Feder 24a in der geschlossenen Stellung der Öffnung 23 hält, solange die Reinigungskörper in der unteren Kammer 21 gesammelt werden. Wird die Pumpe 28 abgestellt, öffnet sich die Klappe 24 durch die Federkraft in die in der Zeichnung mit gestrichelten Linien dargestellte Offenstellung, so daß die Reinigungskörper von der unteren Kammer 21 in die obere Kammer 20 aufsteigen.

[0056] Am Beginn eines neuen Reinigungszyklus steht die Klappe 24 in der Offenstellung. Die Reinigungskörper befinden sich in der oberen Kammer 20. Sobald der Betrieb der Pumpe 28 eingeschaltet wird, schwenkt die Klappe 24 unter der Wirkung der gegen die Klappe 24 gerichteten Rohölströmung aus der Bypass-Leitung 26 entgegen der Federkraft nach unten in die Schließstellung. Die Reinigungskörper werden durch die Rohölströmung aus der Bypass-Leitung 26 in die Leitung 30, in der die Rückschlagklappe 40 am Beginn des Reinigungszyklus durch den Druck des Strömungsmediums geöffnet wird, und von hier wieder in die Einlaßleitung 11 gefördert. Während eines solchen Reinigungszyklus durch die Fangvorrichtung 16 gesammelte Reinigungskörper werden durch die Leitung 17 wieder in die untere Kammer 21 transportiert und hier gesammelt, weil die Öffnung 23 durch die Klappe 24 verschlossen ist. Am Ende des Reinigungszyklus wird der Antrieb der Pumpe 28 abgeschaltet. Der Rohölstrahl aus der Bypass-Leitung 26 hört auf, so daß die Klappe 24 unter der Wirkung der Federkraft aus der Schließstellung in die Offenstellung zurückschwenkt. Die Reinigungskörper steigen aus der unteren Kammer 21 durch die Öffnung 23 in die obere Kammer 20. Dort bleiben sie bis zum nächsten Reinigungszyklus.

[0057] Im folgenden werden sieben verschiedene Ausführungsbeispiele von Reinigungskörpern gemäß Fig. 2-10 erläutert, wobei zur Vermeidung von Wiederholungen gleichzeitig auf den ersten Teil der Beschreibung Bezug genommen wird:

[0058] Bei dem ersten Ausführungsbeispiel von Figur 2 besteht ein Reinigungskörper 1a aus einem zentralen, kugeligen Hohlkörper als Auftriebskörper 2 mit einem äußeren abrasiven Reinigungselement 4 aus Metall-Gestrick, das unter Zwischenschaltung eines metallischen Elastizitätsmediums 3 fest mit dem Auftriebskörper 2 ver-

bunden ist. Die Verbindungen der Bestandteile werden durch herkömmliche Verbindungsverfahren wie Schweißen, Kleben, Löten oder dergleichen hergestellt. Der Auftriebskörper 2 ist in diesem Fall relativ klein im Vergleich zu dem Reinigungselement 4, dessen Metall-Gestrick ebenso wie die Struktur des Elastizitätsmediums 3 relativ locker ist, so daß der Auftriebskörper 2 im Hinblick auf die gewünschte Gesamtdichte des Reinigungskörpers 1a ein relativ geringes Gewicht auszugleichen hat. Die Dichte des Reinigungskörpers 1a ist grundsätzlich auf die Dichte des Mediums abzustimmen, es sei denn, daß Umstände vorliegen, die einen wesentlichen Unterschied zulassen oder sogar erfordern. Sämtliche Teile des Reinigungskörpers 1a bestehen aus Metall - mit Ausnahme des Klebemittels, das auch aus einem hochhitzebeständigen Kunststoff bestehen kann. Das Metall-Gestrick des Reinigungselements 4 ist aus mehrinsbesondere vierkantigem Draht oder Bandmaterial aus Edelstahl hergestellt, wobei das Reinigungselement 4 gemeinsam mit dem Elastizitätsmedium 3 dem Reinigungskörper 1a die notwendige elastisch federnde Eigenschaft verleiht. Hierfür besteht das Elastizitätsmedium 3 aus elastisch federnden gewickelten Metall-Lamellen oder einem entsprechend elastisch federnden Metall-Geflecht, das jeweils hohlkugelförmig auf dem Auftriebskörper 2 - einer druckdichten Metallhohlkugel - befestigt ist. Ganz gleich, welches Metall oder anderweitiges Material für die Bestandteile des Reinigungskörpers 1a gewählt wird, sind die Bestandteile für Prozeßtemperaturen, die bis 400°C betragen können, ausgelegt, und sie sind widerstandsfähig gegenüber einem aggressiven Prozeßmedium wie Rohöl. Diese Feststellungen gelten auch für die weiteren Ausführungsbeispiele, die nachstehend beschrieben werden. Für das Elastizitätsmedium 3 kann beispielsweise auch eine schlauchförmige Matte aus Federstahl-Drahtgestrick verwendet werden, wobei der Schlauch z.B. an beiden Enden zum Schließen und zum Befestigen gelötet oder geschweißt sein kann. Wesentlich ist die Elastizität dieser Schicht, damit sich der Reinigungskörper 1a dem Innendurchmesser des zu reinigenden Rohrs leicht anpassen und dennoch, wenn der Reinigungskörper 1a das Rohr durchläuft, einen Druck auf die Innenwandung des Rohrs ausüben kann, der zum Abreinigen von Verunreinigungen von der Innenwandung des Rohres ausreicht. Das Metall-Gestrick oder Streckmetall des Reinigungskörpers 4 wird durch Löten oder durch ein anderes herkömmliches Verbindungsverfahren, wie oben erwähnt, mit dem Elastizitätsmedium 3 fest verbunden. Ein so gebildeter Rohling wird am Ende in eine kugelige Form gepreßt. Der kugelige Hohlkörper des Auftriebses 2 wird beispielsweise aus zwei tiefgezogenen Metallhalbschalen gebildet.

[0059] Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist der Reinigungskörper 1b aus einer druckfesten Metallhohlkugel als Auftriebskörper 2 mit einem unmittelbar daraufbefestigten im wesentlichen kugelförmig gestalteten Reinigungselement 4 aus Metall-Geflecht bzw. aus Streck-Metall aus Federstahl gebildet. Die Befesti-

gung auf dem Auftriebskörper 2 und eine Stabilisierung des elastischen Materials des Reinigungselementes 4 erfolgt z.B. durch Löten. Da das Reinigungselement 4 in diesem Fall sehr elastisch ist, wird kein zusätzliches Elastizitätsmedium wie im ersten Ausführungsbeispiel gebraucht, und auch in diesem Fall ist der Auftriebskörper 2 im Verhältnis zum Reinigungselement 4 vergleichsweise klein.

[0060] Bei dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ist auf dem kugeligen Auftriebskörper 2 das Reinigungselement 4, das aus Metall-Gestrick oder Metall-Geflecht wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen bestehen kann, sowohl beispielsweise durch Löten unmittelbar an dem Auftriebskörper 2 befestigt und darüber hinaus ganz oder teilweise in das Elastizitätsmedium 3 eingebettet, das aus einem temperaturbeständigen Elastomer oder auch aus elastischem Metallschaum bestehen kann. In diesem Fall wird ggf. in einem Arbeitsgang das Reinigungsmedium 4 und das Elastomer in einer Spritzform in die gewünschte Kugelform gebracht und das Elastomer in die Struktur aus Streck-Metall oder Metall-Gestrick eingespritzt. Dieses Herstellungsverfahren läßt sich besonders einfach durchführen. Wie bei sämtlichen anderen Ausführungsbeispielen werden auch hier als - Verbindungsverfahren Schweißen, Kleben, Löten oder dergleichen angewendet.

[0061] Bei dem vierten Ausführungsbeispiel eines Reinigungskörpers 1e gemäß Figur 5 ist der Auftriebskörper 2 ebenfalls deutlich kleiner als das Reinigungselement 4, und dieser Reinigungskörper 1e wird aus dem in Figur 6 dargestellten Rohling 1e' hergestellt. Zunächst wird auf die Metallkugel des Auftriebskörpers 2 eine außen, wie in Figur 6 dargestellt, geschlitzte Ronde 5 aus Federstahl aufgelötet, wie z.B. bei 6 angedeutet ist. Anschließend werden zwei Rondenhälften 5a unter einem Winkel von 90° gegenüber der Ronde 5 auf den Auftriebskörper 2 aufgelötet, worauf halbkreis- oder viertelkreisiörmige Rondensegmente 5b in der aus Figur 6 ersichtlichen symmetrischen Weise in den verbleibenden Zwischenräumen auf dem Auftriebskörper 2 angeordnet und aufgelötet werden. Dann werden die außen radial abstehenden Stege 7 der Ronde 5 sowie der Rondenhälften 5a und der Rondensegmente 5b so verformt, daß die in Figur 5 dargestellte Kugelform des Reinigungskörpers 1e entsteht, der außen scharfkantige Stege bzw. Lamellen 7 aufweist, die insgesamt elastisch sind, so daß sie sich dem Innendurchmesser des zu reinigenden Rohres 5 anpassen können und dennoch den zum Abreinigen von Verunreinigungen von der Innenwandung des Rohres 5 ausreichenden Druck aufbringen.

[0062] Bei sämtlichen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen der Reinigungskörper erfolgt die Auslegung des Gewichts dahingehend, daß die Dichte des Reinigungskörpers auf die Dichte des Mediums abgestimmt ist, damit die Reinigungskörper in der Medienströmung frei transportiert werden können und sich vor allem im Bereich des Rohrbodens des Wärmetauschers to verteilen, wenn die Reinigungskörper in die zu reini-

genden Rohre 5 einzuspeisen sind. Auf mögliche Ausnahmen ist in der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels hingewiesen worden.

[0063] Zur Reinigung der Rohre z.B. des Rohrbündel-Wärmetauschers 10 der in Figur 1 dargestellten Anlage werden die Reinigungskörper 1a-1e über die Zuführleitung 11 für die Rohölströmung auf der Einlaßseite des Wärmetauschers 10 eingespeist und gelangen so in die Kammer 10a und damit in den Bereich vor dem Rohrboden des Wärmetauschers 10. Wenn sich dort der Rohölstrom auf die einzelnen Rohre 5 des Wärmetauschers 10 aufteilt, werden die Reinigungskörper 1a-1e ohne weiteres mitgenommen, so daß sie in den Einlaß eines der zu reinigenden Rohre 5 des Wärmetauschers 10 eintreten. Dabei werden die Reinigungskörper 1a-1e elastisch federnd bis zum Erreichen des Innendurchmessers der Rohre zusammengedrückt. So wird eine Anpreßkraft erzeugt, die notwendig ist, um die Kontaktfläche, also die Außenfläche der Reinigungselemente 4 der Reinigungskörper 1a-1e, an die Rohrwandung der zu reinigenden Rohre 5 zu drücken. Unter der Wirkung der Anpreßkraft findet eine Abreinigung von Ablagerungen von Schmutzteilen oder dergleichen von der Rohrwandung statt, wenn die Reinigungskörper 1a-1e die Rohre 5 durchlaufen, wobei der Strömungsdruck des Strömungsmediums als Vortriebskraft auf die Reinigungskörper 1a-1e wirkt

[0064] Abweichend von den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen ist in dem fünften Ausführungsbeispiel, das in Figur 7 dargestellt ist, allerdings nicht unter das erfindungsgemäße Verfahren fällt, der Reinigungskörper 1f zweiteilig ausgebildet. An einem - in Strömungsrichtung S - vorderen, etwa birnenförmigen bzw. balligen vorzugsweise aber kugeligen Metallhohlkörper als Auftriebskörper 2 ist als Reinigungselement 4 eine kreisrunde sowie blattförmige Scheibe aus Federblech mit einer Dicke von ca. 0,05-0,5 mm mittig, wie dargestellt, bspw. durch Schweißen oder Löten befestigt. Die erforderliche Festigkeit bzw. Stabilität bestimmt die Mindestdicke dieser Scheibe, deren Durchmesser ein Übermaß gegenüber dem Innendurchmesser der zu reinigenden Rohre 5 aufweist. Am Außenrand des Reinigungselementes 4 befindet sich ein Kranz aus elastisch federnden Lamellen 4a, die bei dem Eintritt des Reinigungselementes 4 in das zu reinigende Rohr 5 elastisch federnd nachgeben, so daß sich der Außendurchmesser des Reinigungselementes 4 an den Innendurchmesser des Rohres anpaßt und die Lamellen 4a mit der notwendigen Anpreßkraft an die Innenwandung des Rohres 5 gedrückt werden. Auf diese Weise können die Lamellen 4a des Reinigungselementes 4 Ablagerungen wie Schmutzteilen oder dergleichen von der Innenwandung des Rohres 5 abreinigen, wenn der Reinigungskörper 1f das Rohr 5 unter der Wirkung des Strömungsmediums durchläuft. Wie beiden vorhergehend beschriebenen Ausführungsbeispielen ist auch hier die Dichte des Reinigungskörpers auf die Dichte des Strömungsmediums abgestimmt. Der Reinigungskörper 1f ist bezüglich der Aus-

wahl des Metalls und der Verbindung zwischen dem Auftriebskörper 2 und dem Reinigungselement 4 für Betriebstemperaturen von ca. 400°C ebenso ausgelegt wie bezüglich der chemisch aggressiven Eigenschaften von Rohöl, das das Strömungsmedium bildet.

[0065] In der Praxis hat sich gezeigt, daß der Reinigungskörper 1f in der zweiteiligen Ausführung, wie z.B. in Fig. 7 dargestellt, im Bereich des Rohrbodens des Wärmetauschers, wenn die Reinigungskörper 1f in die zu reinigenden Rohre 5 einzuspeisen sind, eine Selbstausrichtung spätestens vor dem Einlaß der zu reinigenden Rohre 5 vornimmt, und zwar derart, daß stets der Auftriebskörper 2 als erstes in den Einlaß des Rohres 5 eintaucht und das Reinigungselement 4 dem Auftriebskörper 2 folgt, so daß sich automatisch die in Figur 7 dargestellte Lage des Reinigungskörpers 1f in dem Rohr 5 ergibt. Ebenso problemlos lassen sich die Reinigungskörper 1f in der Fangvorrichtung 16 aus dem Rohölstrom der Leitung 14 entfernen und in die Leitung 17 abführen sowie entweder unmittelbar wieder in die Zuführleitung 11 einspeisen für eine kontinuierliche Reinigung der Rohre des Rohrbündel-Wärmetauschers wie des Wärmetauschers 10 der in Fig. 1 dargestellten Anlage oder aber über die Leitung 17 in die als Sammeleinrichtung vorgesehene Schleuse 19 transportieren und von dort zu gegebener Zeit wieder in die Zuführleitung 11 einspeisen. Die Scheibe des Reinigungselementes 4 kann in der Mitte dickwandiger als außen ausgeführt sein. Denn die erforderliche Elastizität zwecks Anpassung an den Innendurchmesser des Rohres 5 ist ausschließlich von dem Außenrand des Reinigungselementes 4 aufzubringen. Der Hohlkörper bzw. die Kugel des Auftriebskörpers 2 kann im übrigen wesentlich kleiner ausgeführt sein als in dem in Fig. 7 dargestellten Beispiel. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß bei dem Reinigungskörper 1f die für die Erzeugung des notwendigen Differenzdrucks erforderliche Sperrung im Rohr 5 allein von der Scheibe des Reinigungselementes 4 übernommen wird. Auch dieses Merkmal ist von Bedeutung für die automatische Ausrichtung des Reinigungskörpers 1f.

[0066] Das in Fig. 8 in der Abreinigungsstellung in dem Rohr 5 dargestellte sechste Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Reinigungskörper 1f von Fig. 7 vor allem dadurch, daß der Auftriebskörper 2 nicht starr sondern beweglich mit dem Reinigungskörper 4 verbunden ist. An dem Auftriebskörper 2 ist ein Zapfen 7 befestigt, der durch eine zentrale Öffnung 8 in dem Reinigungselement 4 greift und an dessen freien Ende eine Scheibe 9, wie dargestellt, als axiale Begrenzung einer relativen Beweglichkeit des Auftriebskörpers 2 gegenüber dem Reinigungselement 4 in axialer Richtung befestigt ist. Eine relative Beweglichkeit des Auftriebskörpers 2 und des Reinigungselementes 4 in radialer Richtung wird dadurch zugelassen, daß der Durchmesser der Öffnung 8 größer ist als der Durchmesser des Zapfens 7. Es hat sich gezeigt, daß diese gelenkige Verbindung zwischen Auftriebskörper 2 und dem Reinigungselement 4 den Eintritt des Reinigungskörpers 1g in das Rohr 5

erleichtert und der Reinigungskörper 1g bei seinem Durchlauf durch das Rohr 5 die in der Zeichnung dargestellte Position einnimmt.

[0067] Als Reinigungselement 4 wird für die Ausführung des Reinigungskörpers 1f sowie 1g und auch 1h eine blattförmige Scheibe aus Federblech gemäß Fig. 9 bevorzugt. Die federnden Lamellen 4a sind durch einen breiten Schlitz 4b voneinander getrennt und weisen abgerundete Ecken 4c auf, um jegliche Gefahr einer Verklemmung benachbarter Lamellen 4a z. B. an einem Rohrstutzen oder dergleichen zu vermeiden. In der Mitte befindet sich die Öffnung 8 für den Zapfen 7 des Auftriebskörpers 2.

[0068] Die siebente Ausführungsform eines Reinigungskörpers 1h gemäß Fig. 10 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 8 dadurch, daß zwei Auftriebskörper 2 vorhanden sind, so daß auf beiden Seiten des Reinigungselementes 4 jeweils ein Auftriebskörper 2 angeordnet ist. Der Zapfen 7 verbindet die beiden Auftriebskörper 2 und stellt gleichzeitig die Verbindung zum Reinigungselement 4 her, und zwar mit einer begrenzten radialen und axialen relativen Beweglichkeit der Auftriebskörper 2 gegenüber dem Reinigungselement 4a wie im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8. In jeder Bewegungsrichtung befindet sich immer einer der beiden kugel- oder birnenförmigen Auftriebskörper 2 in Strömungsrichtung S vorn, so daß das Rohr 5 stets in der dargestellten Lage durchlaufen wird. Das Reinigungselement 4 paßt sich wie bei den anderen Ausführungsformen dem Innendurchmesser des zu reinigenden Rohres 5 an, so daß eine Abreinigung von Ablagerungen bewirkt wird.

[0069] Die Darstellungen von Fig. 1 und Fig. 1a und die beschriebenen Betriebsweisen sind nur als reine Ausführungsbeispiele zu verstehen, auf die die Anwendung des Verfahrens nach der Erfindung keineswegs beschränkt ist.

40 Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen von Rohren in Wärmetauschern

- mit mindestens einem Rohr (5),
- das von einem Strömungsmedium, insbesondere von Rohöl, mit einer Temperatur oberhalb 120° C durchströmbar ist,
- mittels Reinigungskörpern, die derart ausgebildet sind, daß sie
- temperaturbeständig (oberhalb 120° C) und
- gegenüber aggressiven Strömungsmedien wie Rohöl widerstandsfähig sind
- sowie eine äußere zum Abreinigen von Ablagerungen wie Verkokungen, Schmutz teilchen oder dergleichen von der Rohrrinnenwandung geeignete Kontaktfläche aufweisen und
- unter dem Druck des Strömungsmediums

durch das Rohr (5) hindurchgeführt werden sowie

- derart elastisch federnd ausgebildet sind,
- daß sie beim Reinigen mit ihrer Kontaktfläche unter der Wirkung einer Anpreßkraft an die Rohrrinnenwandung angedrückt werden und
- die Ablagerungen gelöst und aus dem Rohr (5) ausgetragen werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

- als Wärmetauscher ein Rohrbündel-Wärmetauscher gereinigt wird,
- der eine Vielzahl von parallel zueinander zwischen zwei Kammern (10a, 10b) angeordneten Rohren (5) aufweist, und
- die Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) einen inneren Auftriebskörper (2) und ein den Auftriebskörper (2) umhüllendes äußeres Reinigungselement (4) umfassen und derart ausgebildet sind, daß sie
- im fließenden Strömungsmedium bei großen Durchflußquerschnitten wie z.B. in den Kammern (10a, 10b) des Wärmetauschers (10) freischwebend transportiert werden und
- im stehenden Strömungsmedium sinken oder steigen.

2. Verfahren zum Reinigen von Rohren in Wärmetauschern

- mit mindestens einem Rohr (5),
- das von einem Strömungsmedium, insbesondere von Rohöl, mit einer Temperatur oberhalb 120° C durchströmbar ist,
- mittels Reinigungskörpern, die derart ausgebildet sind, daß sie
- temperaturbeständig (oberhalb 120° C) und
- gegenüber aggressiven Strömungsmedien wie Rohöl widerstandsfähig sind
- sowie eine äußere zum Abreinigen von Ablagerungen wie Verkokungen, Schmutzteilchen oder dergleichen von der Rohrrinnenwandung geeignete Kontaktfläche aufweisen und
- unter dem Druck des Strömungsmediums durch das Rohr (5) hindurchgeführt werden sowie
- derart elastisch federnd ausgebildet sind,
- daß sie beim Reinigen mit ihrer Kontaktfläche unter der Wirkung einer Anpreßkraft an die Rohrrinnenwandung angedrückt werden und
- die Ablagerungen gelöst und aus dem Rohr (5) ausgetragen werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

- als Wärmetauscher ein Rohrbündel-Wärmetauscher gereinigt wird,

- der eine Vielzahl von parallel zueinander zwischen zwei Kammern (10a, 10b) angeordneten Rohren (5) aufweist, und
- die Reinigungskörper (1g, 1h) einen Auftriebskörper (2) und ein Reinigungselement (4) umfassen, die gelenkig miteinander verbunden sind, und derart ausgebildet sind, daß sie
- im fließenden Strömungsmedium bei großen Durchflußquerschnitten wie z.B. in den Kammern (10a, 10b) des Wärmetauschers (10) freischwebend transportiert werden und
- im stehenden Strömungsmedium sinken oder steigen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e; 1g, 1h) nach dem Durchlauf durch die Rohre (5) gesammelt und bei Bedarf den Eintrittsöffnungen der Rohre (5) für einen weiteren Reinigungsdurchgang durch die Rohre (5) zugeführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e; 1g, 1h) in einem Kreislauf geführt, nämlich nach dem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Durchlauf durch die Rohre (5) entweder unmittelbar der Einlaßseite der Rohre (5) für einen erneuten Durchlauf wieder zugeführt oder zunächst in einer Fangvorrichtung gesammelt werden und die Reinigung der Rohre (5) unterbrochen und nach Ablauf einer bestimmten Zeitdauer oder in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad oder von einem anderen Parameter wieder durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Rückführungsleitung für die Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e; 1g, 1h) zwischen der Einlaß- und Auslaßseite des Wärmetauschers ein Filter oder ein bewegbares oder feststehendes Sieb zum Auffangen der Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e; 1g, 1h) aus dem Mediumstrom als Fangvorrichtung für die Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e; 1g, 1h) verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Fangvorrichtung eine Schleuse zum Befüllen, Entleeren und zur Zwischenlagerung der Reinigungskörper (1a - 1h) während der Unterbrechung der Rohrreinigung nachgeschaltet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) als im wesentlichen kugelförmige, elastische Rollkörper mit reinigender Oberfläche ausgebildet sind, wobei die gesamte Oberfläche der Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) die Kontaktfläche zum Abreinigen von Ablagerungen von der Rohrrinnenwandung bil-

det.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Außendurchmesser der Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) im druckfreien Zustand, nämlich vor dem Eintritt der Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) in die Rohre (5), größer als der Innendurchmesser der Rohre (5) ist und sich dem Innendurchmesser der Rohre (5) anpaßt, wenn der Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) in die Eintrittsöffnungen der Rohre (5) eintritt und dabei elastisch federnd zusammengedrückt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Auftriebsselement (2) jeweils im Zentrum der Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) angeordnet ist und aus einem oder mehreren druckfesten oder druckfest gestalteten Hohlkörpern z.B. aus Metall oder Körpern mit geringem spezifischem Gewicht wie z.B. Metallschaum besteht.
10. Verfahren nach Anspruch 7, 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungselement (4) jeweils die Kontaktfläche der Reinigungskörper (1a, 1b, 1c, 1e) bildet und aus Metall-Lamellen, Metall-Gestrick, Metall-Geflecht, Metall-Folie oder aus einer direkt auf das Auftriebsselement (2) oder auf ein Zwischenelement aufgetragenen Schicht aus abrasivem temperatur- und mediumbeständigem Material besteht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8-10, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungselement (4) jeweils elastisch federnd ausgebildet ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8-11, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein elastisch federndes Elastizitätsmedium (3) wie Metallschaum das Reinigungselement (4) trägt.
13. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Reinigungskörper (1g, 1h) jeweils mindestens aus einem - in Strömungsrichtung des Strömungsmediums in den Rohren (5) gesehen - vorderen Auftriebskörper (2) und einem an dessen Rückseite angeordneten und mit dem Auftriebskörper (2) gelenkig verbundenen Reinigungselement (4) besteht.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Auftriebsselement (2) jeweils eine ballige oder eine kugelförmige Form aufweist und aus Blech oder aus einem hochhitzebeständigen Kunststoff besteht.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungselement (4) jeweils blatt- oder scheibenförmig sowie kreisförmig aus

Federblech ausgebildet ist und einen Kranz aus federnd elastischen Lamellen (4a) trägt, der als Kontaktfläche an der Rohrwand anliegt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 - 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindung zwischen dem Auftriebskörper (2) und dem Reinigungselement (4) jeweils eine begrenzte radiale Relativbewegung und vorzugsweise eine begrenzte relative Axialbewegung des Auftriebskörpers (2) und des Reinigungselementes (4) zuläßt.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Reinigungselement (4) kleeblattförmige Lamellen (4a) aufweist, die durch eine Aussparung (4b) voneinander getrennt sind und abgerundete Ecken (4c) aufweisen.
18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 - 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf beiden Seiten des Reinigungselementes (4) jeweils ein Auftriebsselement (2) angeordnet ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Material des Reinigungselementes (4), des Elastizitätsmediums (3), wenn ein solches als Bindematerial verwendet wird, und des Auftriebsselementes (2) temperaturbeständig (min. 120°C) sowie widerstandsfähig gegenüber aggressiven Medien wie Rohöl ist und vorzugsweise aus Metall besteht.

Claims

1. A method for cleaning tubes in heat exchangers,
 - having at least one tube (5),
 - through which a fluid medium, in particular crude oil, passes at a temperature above 120°C,
 - by means of cleaning bodies, configured in such a way that they
 - are resistant to temperatures (in excess of 120°C) and
 - are able to withstand aggressive fluid media such as crude oil,
 - and have an outer contact surface suitable for cleansing off deposits, such as coking, dirt particles and the like, from the inner wall of the tube, and
 - pass through the tube (5) due to the pressure of the fluid medium, and
 - are configured to be resilient in such a way
 - that their contact surface is pressed against the inner wall of the tube due to a contact pressure during the cleaning process, and
 - the deposits are detached and carried out of the tube (5),

characterized in that,

- as a heat exchanger, a tube-bundle heat exchanger is cleaned,
- having a plurality of parallel tubes (5) arranged between two chambers (10a, 10b), and
- the cleaning bodies (1a, 1b, 1 c, 1 e) comprise an inner buoyancy element (2) and an outer cleaning element (4) surrounding the buoyancy element (2) and are configured such that,
- within large flow-through diameters, such as in the chambers (10a, 10b) of the heat exchanger (10), they are transported in the flowing fluid medium in a free-floating manner, and
- they sink or rise in the stagnant fluid medium.

2. A method for cleaning tubes in heat exchangers,

- having at least one tube (5),
- through which a fluid medium, in particular crude oil, passes at a temperature above 120°C,
- by means of cleaning bodies, configured in such a way that they
- are resistant to temperatures (in excess of 120°C) and
- are able to withstand aggressive fluid media such as crude oil,
- and have an outer contact surface suitable for cleansing off deposits, such as coking, dirt particles and the like, from the inner wall of the tube, and
- pass through the tube (5) due to the pressure of the fluid medium, and
- are configured to be resilient in such a way
- that their contact surface is pressed against the inner wall of the tube due to a contact pressure during the cleaning process, and
- the deposits are detached and carried out of the tube (5),

characterized in that,

- as a heat exchanger, a tube-bundle heat exchanger is cleaned,
- having a plurality of parallel tubes (5) arranged between two chambers (10a, 10b), and
- the cleaning bodies (1g, 1h) comprise a buoyancy element (2) and a cleaning element (4) which are linked in an articulated manner, and are configured such that,
- within large flow-through diameters, such as in the chambers (10a, 10b) of the heat exchanger (10), they are transported in the flowing fluid medium in a free-floating manner, and
- they sink or rise in the stagnant fluid medium.

3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that**, after passing through the tubes (5), said

cleaning bodies (1 a, 1b, 1c, 1 e; 1g, 1 h) are collected and introduced into the inlet openings of the tubes (5) for a further cleaning pass through the tubes (5), as necessary.

4. The method according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the cleaning bodies (1 a, 1b, 1 c, 1 e; 1g, 1 h) are recycled, namely after the continuous or discontinuous pass through the tubes (5), by being either directly reintroduced at the inlet side of the tubes (5) for another pass or by being first collected in a catching device, while the cleaning of the tubes (5) is interrupted and carried out again after a predetermined period of time has elapsed, or depending on the amount of dirt, or depending on another parameter.
5. The method according to claim 3 or 4, **characterized in that** in a recycling conduit for the cleaning bodies (1 a, 1b, 1 c, 1e; 1 g, 1 h) between the inlet and outlet sides of the heat exchanger, a filter or a moveable or fixed sieve for retrieving the cleaning bodies (1 a, 1b, 1c, 1e; 1g, 1 h) from the media flow is provided as a catching device for the cleaning bodies (1a, 1b, 1c, 1e; 1g, 1h).
6. The method according to any one of claims 3 to 5, **characterized in that** downstream of the catching device a lock is installed for filling, retrieving and intermediate storage of the cleaning bodies (1a - 1 h) during the interruption of the tube cleaning.
7. The method according to claim 1, **characterized in that** the cleaning bodies (1a, 1b, 1c, 1e) are essentially spherical resilient rolling bodies having a cleaning surface, wherein the entire surface of the cleaning bodies (1a, 1b, 1c, 1 e) forms the contact surface for cleansing off deposits from the inner wall of the tube.
8. The method according to claim 7, **characterized in that** the outer diameter of the cleaning bodies (1 a, 1b, 1 c, 1 e) in its uncompressed state, i.e. before introduction of the cleaning bodies (1a, 1b, 1 c, 1 e) into the tubes (5), is greater than the inner diameter of the tubes (5) and adapts to said inner diameter of the tubes (5) when the cleaning body (1a, 1b, 1c, 1 e) is introduced into the inlet openings of the tubes (5) and is resiliently compressed therein.
9. The method according to claim 7 or 8, **characterized in that** the buoyancy element (2) is arranged at the center of each cleaning body (1 a, 1b, 1c, 1e) and is comprised of one or more pressure resistant hollow bodies, or hollow bodies made pressure resistant, e.g. of metal, or bodies having a low specific density, such as of metal foam.

10. The method according to claim 7, 8 or 9, **characterized in that** each cleaning element (4) forms the contact surface of the cleaning bodies (1a, 1b, 1c, 1e) and consists of metal lamellae, knitted metal, metal mesh or metal foil or of a layer of temperature and medium resistant abrasive material attached either directly on the buoyancy element (2) or on an intermediate element.
11. The method according to any one of claims 8 to 10, **characterized in that** each cleaning element (4) is formed to be resilient.
12. The method according to any one of claims 8 to 11, **characterized in that** a resilient elasticity medium (3), such as metal foam, carries the cleaning element (4).
13. The method according to claim 2, **characterized in that** the cleaning bodies (1 g, 1 h) consist of a front buoyancy element (2) - as seen in the flow direction of the liquid flow medium in the tube (5) - and a cleaning element (4) arranged at its rear side and linked to the buoyancy element (2) in an articulated manner.
14. The method according to claim 13, **characterized in that** each buoyancy element (2) has a dome-shaped or spherical form and is of metal sheeting or of a plastic material resistant to high temperatures.
15. The method according to claim 13 or 14, **characterized in that** each cleaning element (4) is leaf or disk shaped as well as circular, of spring sheet steel and carries a crown of resilient lamellae (4a) acting as a contact surface and contacting the inner wall of the tube.
16. The method according to any one of claims 13 to 15, **characterized in that** each connection between the buoyancy element (2) and the cleaning element (4) allows limited radial relative movement, and preferably limited relative axial movement, of the buoyancy element (2) and the cleaning element (4).
17. The method according to claim 15 or 16, **characterized in that** the cleaning element (4) has shamrock-shaped lamellae (4a), which are separated from each other by a recess (4b) and have rounded corners (4c).
18. The method according to any one or more of claims 13 to 17, **characterized in that** a buoyancy element (2) is arranged on both sides of each cleaning element (4).
19. The method according to any one claims 7 or 8, **characterized in that** the material of the cleaning ele-

ment (4), of the elasticity medium (3), if used as a binder, and the buoyancy element (2) is resistant to temperatures (at least 120°C) and resistant to aggressive media, such as crude oil, and is preferably of metal.

Revendications

1. Procédé pour nettoyer des tuyaux dans des échangeurs thermiques
 - avec au moins un tuyau (5)
 - qui peut être traversé par un agent d'écoulement, en particulier par de l'huile brute, avec une température supérieure à 120° C,
 - au moyen de corps de nettoyage qui sont configurés de telle manière
 - à être résistants aux températures (supérieures à 120°C) et
 - résistants aux agents d'écoulement agressifs comme l'huile brute
 - et qui présentent une surface de contact extérieure appropriée pour nettoyer les dépôts comme les cokéfactations, les particules de poussière ou équivalent de la paroi intérieure du tuyau et
 - qui sont passés à travers le tuyau (5) sous la pression de l'agent d'écoulement et
 - qui sont configurés élastiques comme des ressorts de telle manière
 - qu'ils sont pressés lors du nettoyage avec leur surface de contact contre la paroi intérieure du tuyau sous l'effet d'une force de pression et
 - que les dépôts sont détachés et évacués du tuyau (5),

caractérisé en ce

- **que** comme échangeur thermique un échangeur thermique à faisceau de tuyaux est nettoyé
- qui présente une multitude de tuyaux (5) placés parallèlement l'un à l'autre entre deux chambres (10a, 10b) et
- les corps de nettoyage (1a, 1b, 1c, 1e) comprennent un flotteur intérieur (2) et un élément de nettoyage extérieur (4) qui enveloppe le flotteur (2) et qui sont configurés de telle manière
- **qu'ils** sont transportés en flottant librement dans l'agent d'écoulement qui coule pour de grandes sections de passage comme, par exemple, dans les chambres (10a, 10b) de l'échangeur thermique (10) et
- **qu'ils** descendent ou montent dans l'agent d'écoulement qui stagne.

2. Procédé pour nettoyer des tuyaux dans des échangeurs thermiques

- avec au moins un tuyau (5)
- qui peut être traversé par un agent d'écoulement, en particulier par de l'huile brute, avec une température supérieure à 120° C,
- au moyen de corps de nettoyage qui sont configurés de telle manière
- à être résistants aux températures élevées (supérieures à 120°C) et
- résistants aux agents d'écoulement agressifs comme l'huile brute
- et qui présentent une surface de contact extérieure appropriée pour nettoyer les dépôts comme les cokéfiations, les particules de poussière ou équivalent de la paroi intérieure du tuyau et
- qui sont passés à travers le tuyau (5) sous la pression de l'agent d'écoulement et
- qui sont configurés élastiques comme des ressorts de telle manière
- qu'ils sont pressés lors du nettoyage avec leur surface de contact contre la paroi intérieure du tuyau sous l'effet d'une force de pression et
- que les dépôts sont détachés et évacués du tuyau (5),

caractérisé en ce

- **que** comme échangeur thermique un échangeur thermique à faisceau de tuyaux est nettoyé
 - qui présente une multitude de tuyaux (5) placés parallèlement l'un à l'autre entre deux chambres (10a, 10b) et
 - les corps de nettoyage (1g, 1h) comprennent un flotteur (2) et un élément de nettoyage (4) qui sont reliés de manière articulée l'un à l'autre et qui sont configurés de telle manière
 - **qu'ils** sont transportés en flottant librement dans l'agent d'écoulement qui coule pour de grandes sections de passage comme, par exemple, dans les chambres (10a, 10b) de l'échangeur thermique (10) et
 - **qu'ils** descendent ou montent dans l'agent d'écoulement qui stagne.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les corps de nettoyage (1 a, 1 b, 1 c, 1 e ; 1 g, 1 h) sont rassemblés après le passage à travers les tuyaux (5) et sont, au besoin, amenés aux ouvertures d'entrée des tuyaux (5) pour un autre passage de nettoyage à travers les tuyaux (5).
 4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les corps de nettoyage (1a, 1b, 1c, 1e ; 1g, 1h) sont guidés dans un circuit, à savoir après le passage continu ou discontinu à travers les tuyaux (5), soit sont amenés directement à nouveau au côté d'admission des tuyaux (5) pour un nouveau passage, soit sont tout d'abord collectés dans un dispositif collecteur et le nettoyage des tuyaux (5)

est interrompu et est effectué à nouveau après expiration d'une certaine durée ou en fonction du degré de saleté ou d'un autre paramètre.

- 5 5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'il** est utilisé dans un tuyau de retour pour les corps de nettoyage (1 a, 1b, 1 c, 1 e ; 1 g, 1 h) entre le côté d'admission et le côté de sortie de l'échangeur thermique un filtre ou un tamis mobile ou fixe pour capter les corps de nettoyage (1 a, 1b, 1 c, 1 e ; 1g, 1 h) du flux d'agent comme dispositif de captation pour les corps de nettoyage (1 a, 1b, 1 c, 1e ; 1 g, 1 h).
- 10 6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce qu'un** sas pour remplir, vider et pour le stockage intermédiaire des corps de nettoyage (1a-1h) pendant l'interruption du nettoyage des tuyaux est placé en aval du dispositif de captation.
- 15 7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les corps de nettoyage (1 a, 1 b, 1 c, 1 e) sont configurés comme des corps qui roulent élastiques, substantiellement en forme de boules, avec une surface nettoyante, toute la surface des corps de nettoyage (1 a, 1 b, 1 c, 1 e) formant la surface de contact pour nettoyer les dépôts de la paroi intérieure du tuyau.
- 20 8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le diamètre extérieur des corps de nettoyage (1 a, 1b, 1 c, 1 e) à l'état sans pression, à savoir avant l'entrée des corps de nettoyage (1 a, 1b, 1 c, 1 e) dans les tuyaux (5), est plus grand que le diamètre intérieur des tuyaux (5) et qu'il s'adapte au diamètre intérieur des tuyaux (5) lorsque le corps de nettoyage (1 a, 1b, 1 c, 1 e) entre dans les ouvertures d'entrée des tuyaux (5) et est alors comprimé élastiquement.
- 25 9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le flotteur (2) est placé respectivement au centre des corps de nettoyage (1a, 1b, 1c, 1e) et est constitué par un ou plusieurs corps creux résistants à la pression ou configurés résistants à la pression, par exemple en métal ou par des corps avec un faible poids spécifique comme par exemple de la mousse de métal.
- 30 10. Procédé selon la revendication 7, 8 ou 9, **caractérisé en ce que** l'élément de nettoyage (4) forme respectivement la surface de contact des corps de nettoyage (1 a, 1 b, 1 c, 1 e) et est constitué par des lamelles de métal, un tricot de métal, un treillis de métal, une feuille de métal ou une couche de matériau abrasif résistant aux températures et à l'agent qui est posée directement sur le flotteur (2) ou sur un élément intermédiaire.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

11. Procédé selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** l'élément de nettoyage (4) est configuré respectivement élastique comme un ressort.
5
12. Procédé selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce qu'un** agent d'élasticité élastique comme un ressort (3) comme de la mousse de métal porte l'élément de nettoyage (4).
10
13. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les corps de nettoyage (1 g, 1 h) sont constitués respectivement au moins par un flotteur antérieur (2) - ceci étant vu dans le sens d'écoulement de l'agent d'écoulement dans les tuyaux (5) - et un élément de nettoyage (4) placé sur la face arrière de celui-ci et relié de manière articulée au flotteur (2).
15
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'élément flotteur (2) présente respectivement une forme bombée ou sphérique ronde et est en tôle ou en une matière synthétique résistante aux températures extrêmement élevées.
20
15. Procédé selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'élément de nettoyage (4) est configuré respectivement en forme de feuille ou de disque ainsi que rond en tôle à ressort et porte une couronne constituée par des lamelles élastiques comme des ressorts (4a) qui repose comme surface de contact sur la paroi intérieure du tuyau.
25
30
16. Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** la liaison entre le flotteur (2) et l'élément de nettoyage (4) permet respectivement un mouvement relatif radial limité et de préférence un mouvement axial relatif limité du flotteur (2) et de l'élément de nettoyage (4).
35
17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** l'élément de nettoyage (4) présente des lamelles en forme de feuille de trèfle (4a) qui sont séparées l'une de l'autre par un évidement (4b) et qui présentent des coins arrondis (4c).
40
45
18. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 13 à 17, **caractérisé en ce que** respectivement un élément flotteur (2) est placé des deux côtés de l'élément de nettoyage (4).
50
19. Procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le matériau de l'élément de nettoyage (4), de l'agent d'élasticité (3) lorsqu'il en est utilisé un comme matériau de liaison et de l'élément flotteur (2) est résistant aux températures (120° C minimum) ainsi qu'aux substances agressives comme de l'huile brute et est de préférence constitué par du métal.
55

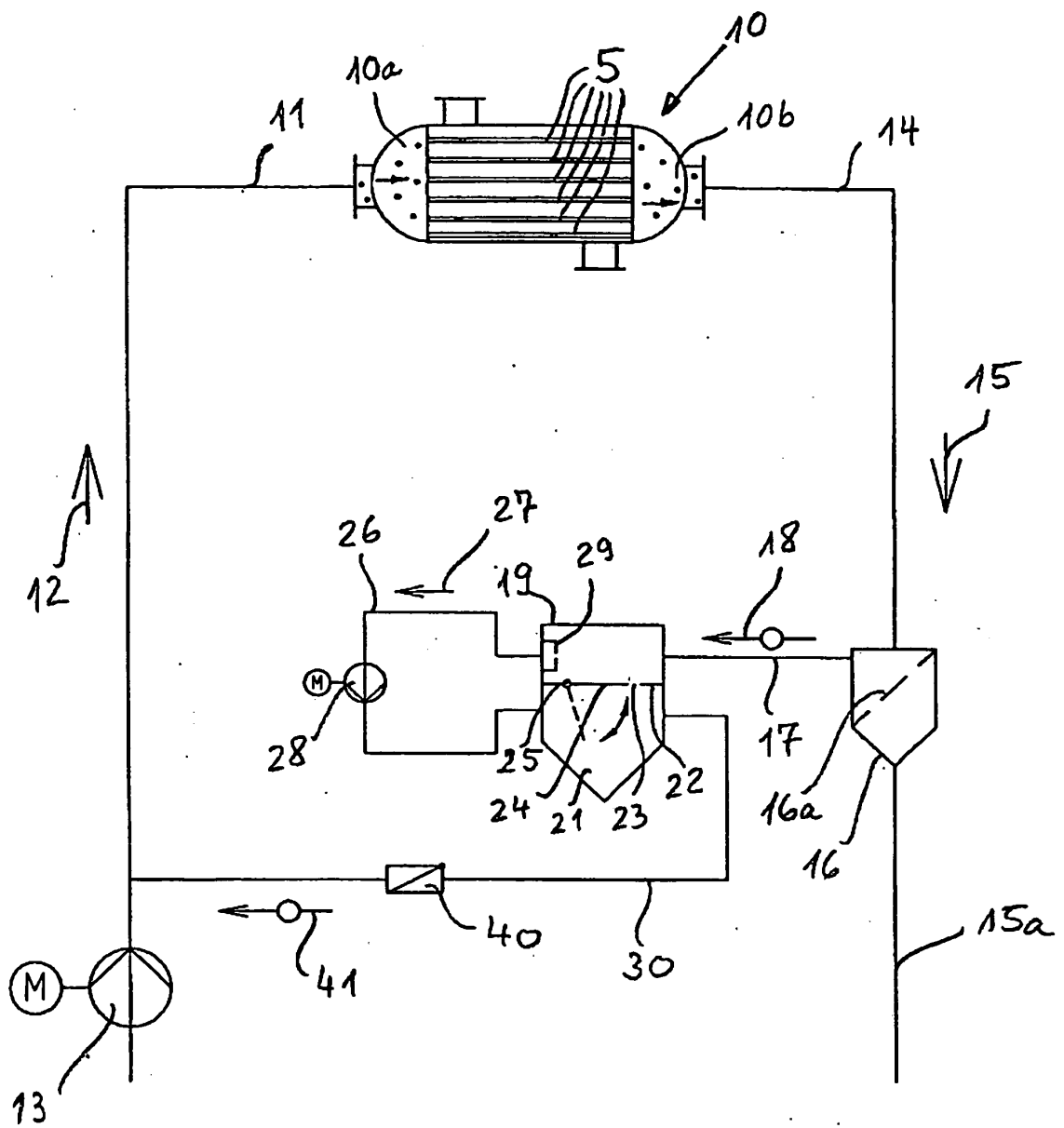


Fig. 1

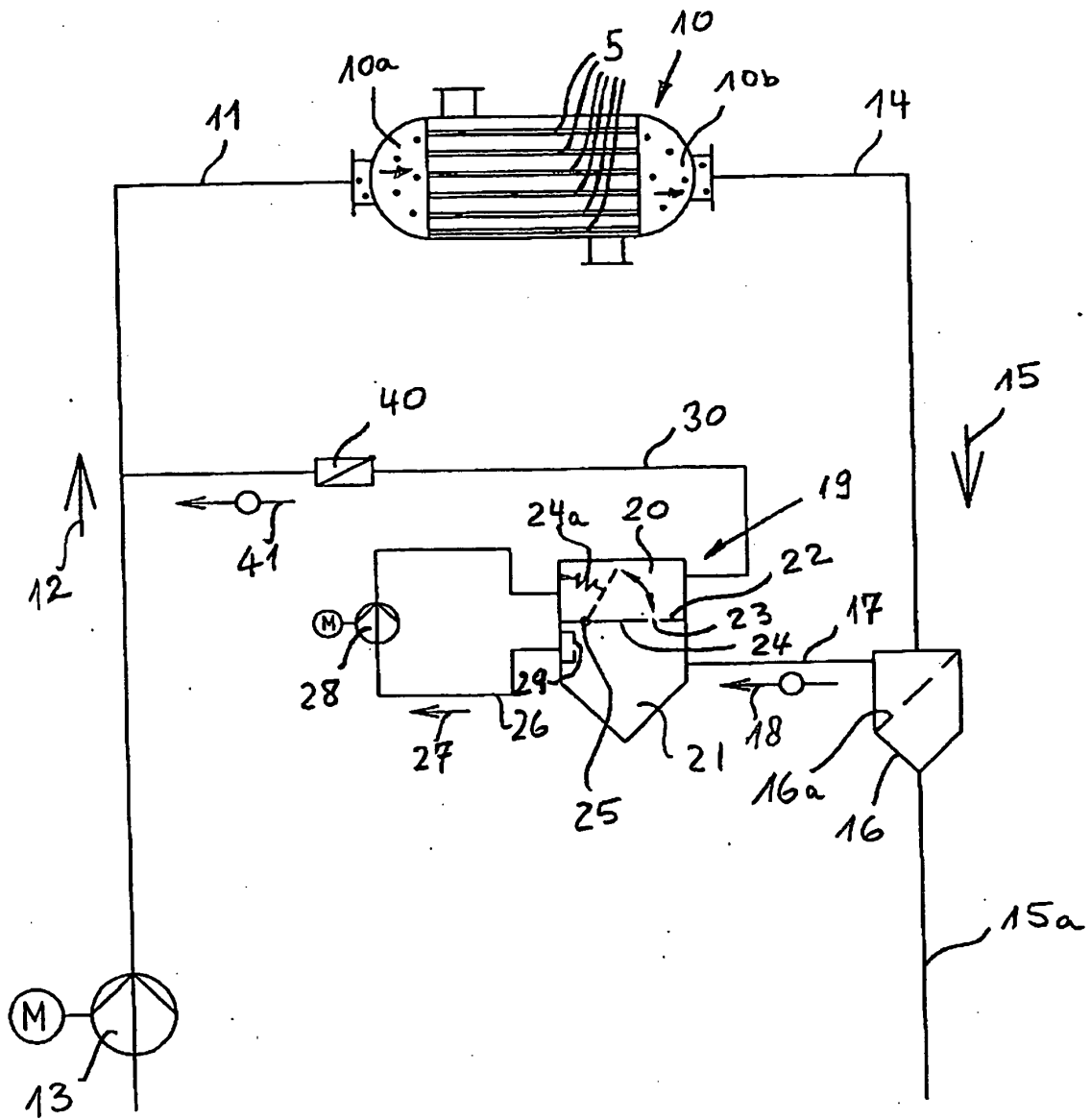


Fig. 1a

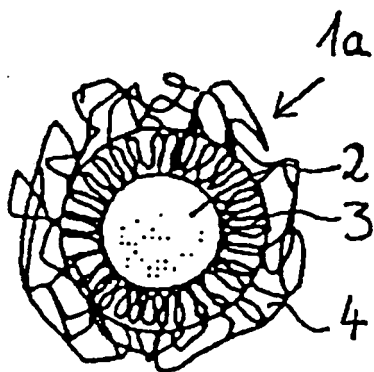


Fig. 2

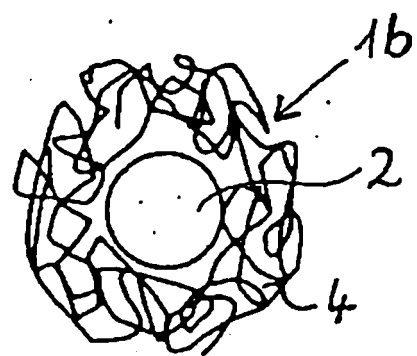


Fig. 3

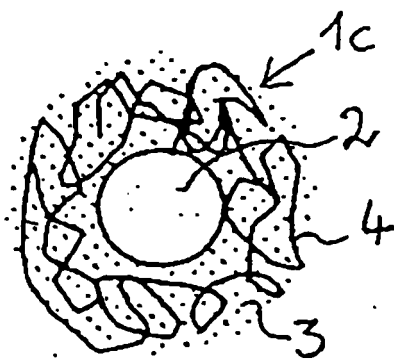


Fig. 4

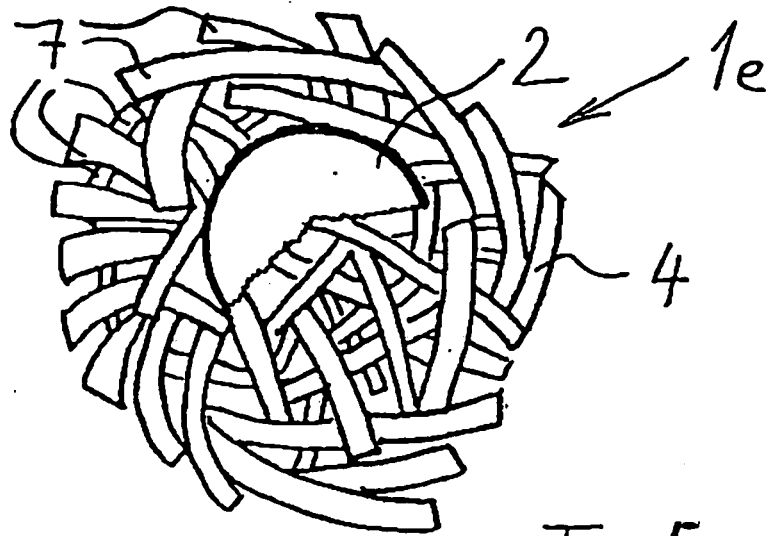


Fig. 5

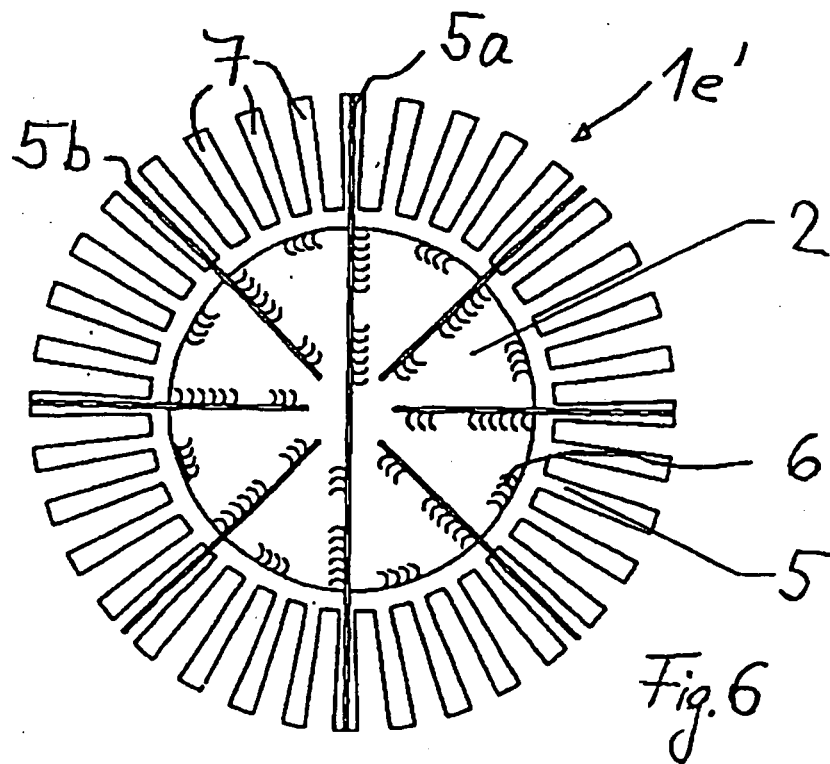
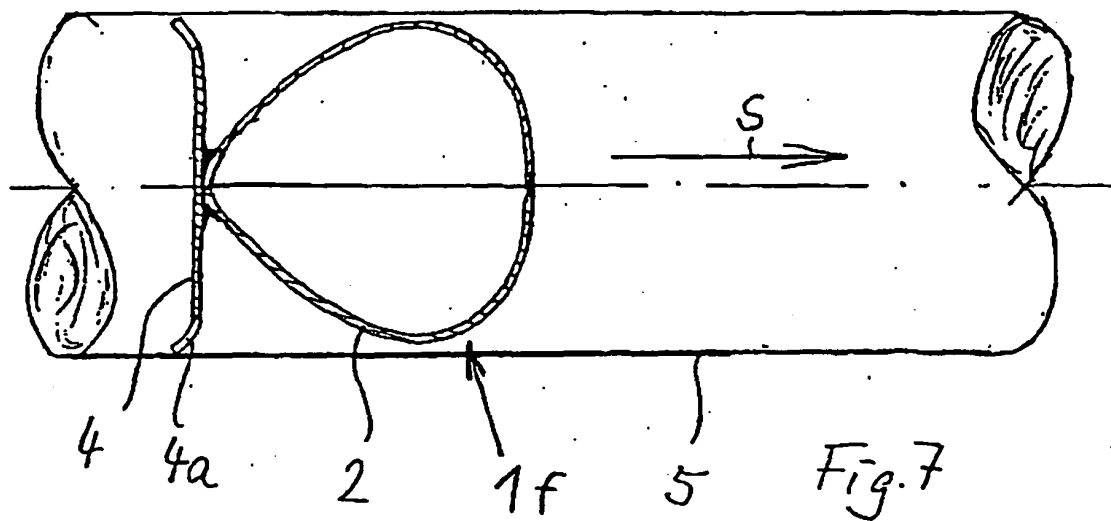
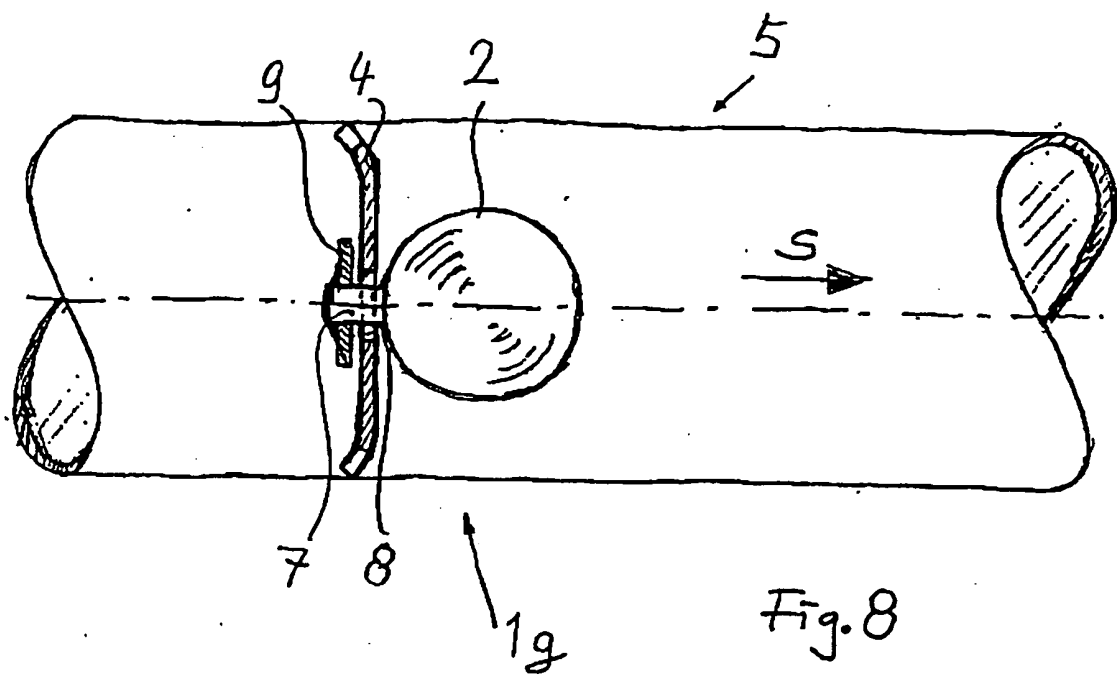
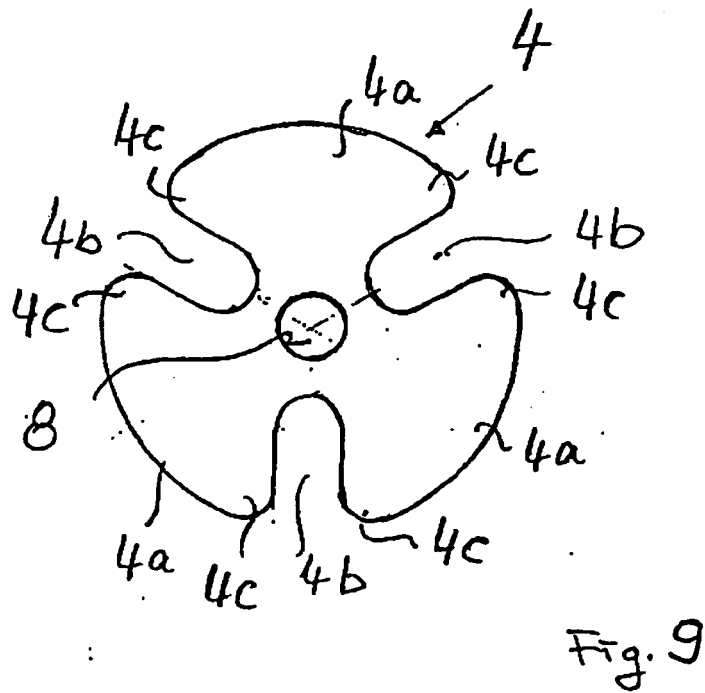
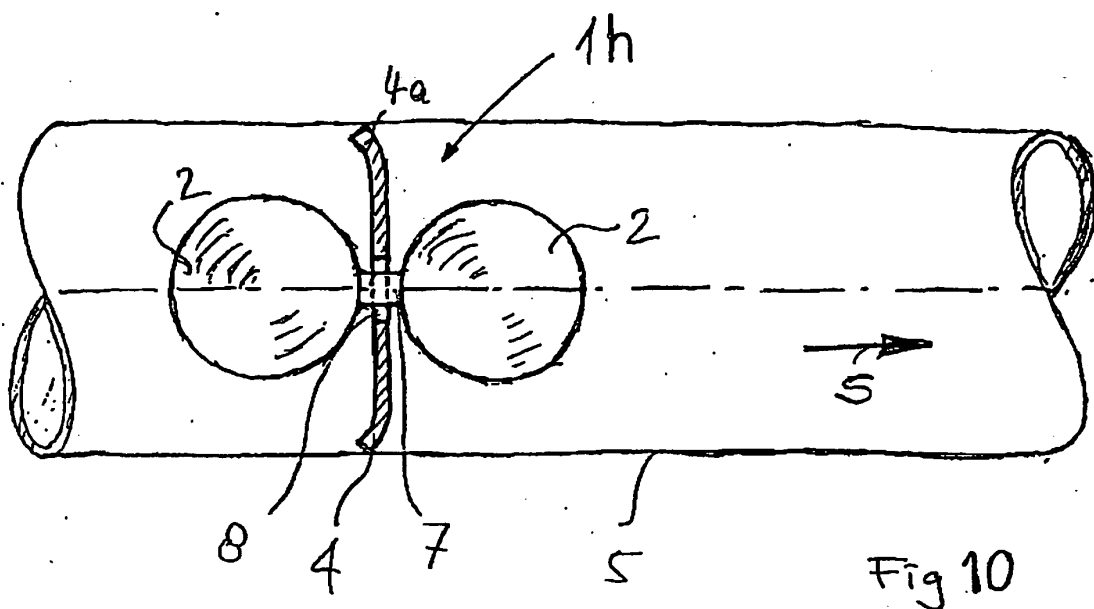


Fig. 6









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 Patentdokumente

- WO 9923438 A [0012]
- US 5473787 A [0015]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Veröffentlichung HT172D, Januar 1995, 35, 36 [0007]
- Bruch-type Automatic Tube Cleaning Technology. Firma WSA ENGINEERED SYSTEMS, 1993 [0009]