

(19)



(11)

EP 2 015 871 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.04.2017 Patentblatt 2017/17

(51) Int Cl.:
B04B 11/02 ^(2006.01) **B04B 11/04** ^(2006.01)
B04B 11/08 ^(2006.01) **B04B 1/14** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06724790.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/004414

(22) Anmeldetag: **11.05.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/131515 (22.11.2007 Gazette 2007/47)

(54) **DREI-PHASEN-TRENNSEPARATOR MIT EINER SCHÄLSCHEIBE UND FESTSTOFFAUSTRAGSÖFFNUNGEN**

THREE-PHASE SEPARATOR COMPRISING A SKIMMING DISC AND SOLID DISCHARGE ORIFICES

SÉPARATEUR À TROIS PHASES AVEC UN DISQUE D'ÉPLUCHAGE ET DES OUVERTURES DE SORTIE DE MATIÈRES SOLIDES

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.01.2009 Patentblatt 2009/04

(73) Patentinhaber: **GEA Mechanical Equipment GmbH**
59302 Oelde (DE)

(72) Erfinder:
• **TRÄGER, Kim**
33607 Bielefeld (DE)

• **KUNZ, Herbert**
49186 Bad Iburg (DE)

(74) Vertreter: **Dantz, Jan Henning et al**
Loesenbeck - Specht - Dantz
Patent- und Rechtsanwälte
Am Zwinger 2
33602 Bielefeld (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 123 491 WO-A-96/34693
WO-A-2006/096113

EP 2 015 871 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 einen Separator nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 wie aus der WO 96/34693 bekannt ist und ein Verfahren zur Drei-Phasentrennung mit einem derartigen Separator.

[0002] Derartige Separatoren sind an sich seit langem bekannt. In der Regel werden die Flüssigkeitsausträge mit sogenannten Schälscheiben versehen, in denen der Effekt ausgenutzt wird, dass die Rotationsenergie der eintretenden Flüssigkeit in einen Staudruck in der Ablaufleitung umgesetzt wird. Derartige Schälscheiben haben sich an sich bewährt. Insbesondere ist es möglich, durch Androsselung den herrschenden Staudruck zu variieren und damit die Trennzone in der Trommel bzw. den Radius der Trennzone in der Trommel über einen gewissen Bereich A zu variieren. Es ist insbesondere auch bekannt, beiden Flüssigkeitsauslässen Schälscheiben zuzuordnen.

[0003] Ein bekannter Drei-Phasen-Separator ist in Fig. 3 dargestellt. Wird einem oder beiden der beiden Flüssigkeitsauslässe aus der Trommel eine Schälscheibe zugeordnet und der weitere Auslaß düsenartig ausgebildet, ergibt sich ein Bereich delta LP, innerhalb dessen die Schälscheibe durch Androsseln eine Verschiebung der Trennzone in der Trommel erlaubt (siehe z.B. die WO 86/01436). Hier ist einerseits der Bereich der Verschiebbarkeit der Trennzone noch relativ gering und es ist auch nicht ohne weiteres möglich, über die Schälscheiben die Trennzone im Betrieb schnell genug zu verschieben. Die Verschiebung führt auch nicht immer zu stabilen Prozessverhältnissen, da die Variation der Androsselung der Schälscheibenabläufe gleich mehrere Parameter des Prozesses beeinflusst.

[0004] Die Erfindung hat demgegenüber die Aufgabe, den gattungsgemäßen Separator derart weiterzubilden, dass auf einfache Weise während des Betriebes ein Verschieben der Trennzone innerhalb der Trommel über einen größeren radialen Bereich möglich ist, wobei eine verbesserte Einstellbarkeit der Position der Trennzone möglich sein soll. Es soll ferner ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Separators vorgeschlagen werden.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Gegenstände der Ansprüche 1 und 12.

[0006] Die Erfindung schlägt einen Separator mit einer zumindest innen einfach oder doppelt konischen Separatortrommel vor, die lediglich an einem ihrer axialen Enden drehbar gelagert ist und die eine vertikale Drehachse aufweist und die ferner folgendes aufweist:

- lediglich an ihrem unteren Ende oder an ihrem oberen Ende eine Drehspindel zum Antrieb der Separatortrommel, welche um einen Gelenkpunkt pendelnd gelagert ist,
- ein Zulaufrohr für ein zu verarbeitendes Produkt,
- zumindest zwei Flüssigkeitsauslässe für eine leichtere Phase und eine schwerere Phase, wobei der Flüssigkeitsauslaß für die leichtere Phase mit einer Schälscheibe versehen ist,
- Feststoffaustragsöffnungen, vorzugsweise im Bereich ihres größten Innenumfangs,
- ein in der Separatortrommel angeordnetes Trenntellerpaket,
- wobei dem weiteren Flüssigkeitsauslaß eine einstellbare Drossleinrichtung außerhalb der Trommel nachgeschaltet ist, die vorzugsweise eine Ring- bzw. Drosselscheibe aufweist und dazu ausgelegt ist, den Flüssigkeitsradius, bis zu dem sich die schwere Phase in der Trommel erstreckt, durch Veränderung des Austrittsquerschnittes für die schwere Flüssigkeitsphase - also durch Androsselung - zu verschieben.

[0007] Mit Hilfe der Erfindung ergibt sich insbesondere verbesserte Steuerbarkeit des Prozesses und dabei insbesondere eine verbesserte Regelbarkeit der Lage der Trennzone, auch E-Linie genannt.

[0008] Es ist auch möglich, sowohl Änderungen der Produktmengen (Phasenverhältnis) als auch der Produktbeschaffenheit (insbesondere Dichte) auszugleichen und die Trennlinie dennoch nahezu konstant zu halten. Düsenverschleiß kann ermittelt und die Standzeiten verlängert werden.

[0009] Drossleinrichtungen auch nach Art im Betrieb nicht rotierender Ringscheiben sind aus dem Bereich der Vollmantel-Schneckenzenrifugen zwar an sich bekannt - so aus der DE 102 09 925 A1 oder der DE 102 03 652 A1. Die Trommeln dieser Zentrifugen sind jedoch im Bereich beider axialen Enden gelagert und nicht pendelnd wie Zentrifugen. Daraus resultiert der Unterschied, dass die Trommeln der Dekanter bzw. Vollmantel-Schneckenzenrifugen um eine definierte Achse rotieren, während die Separatortrommeln eine gewisse Präzessionsbewegung durchführen, so dass davon auszugehen war, dass die Verhältnisse am Ablaufringpalt nicht konstant genug sind, um eine definierte Einstellung der Trennzone zwischen leichter und schwerer Phase und eine Verschiebung des Ablaufradius der schweren Flüssigkeitsphase mit Hilfe einer verstellbaren Drosselscheibe zu erreichen. Diese Vermutung hat sich aber nicht bestätigt. Entgegen der Erwartung stellen sich auch am Ablaufspalt des Separators an der Drosselscheibe stabile Verhältnisse ein. Die Drosselscheibe verbessert vielmehr den Prozesswirkungsgrad sowie die Feinabstimmung und die Stabilität des Prozesses.

[0010] Der Separator eignet sich für verschiedenste Drei-Phasentrennaufgaben, insbesondere zu Rohölaufbereitung, bei der das Rohöl von Feststoffen geklärt und Wasser aus dem Rohöl abgetrennt wird.

[0011] Die Erfindung schafft auch eine Verwendung eines erfindungsgemäßen Separators nach einem der entsprechenden Ansprüche zur Rohölaufbereitung, bei der das Rohöl von Feststoffen geklärt und Wasser aus dem Rohöl

abgetrennt wird.

[0012] Die Erfindung schafft zu dem ein Verfahren zur Dreiphasentrennung und -klärung eines zu verarbeitenden Produktes in wenigstens zwei Flüssigkeitsphasen und eine Feststoffphase, wobei die Verarbeitung des Produktes in einem Separator nach einem der entsprechenden auf diesen gerichteten Ansprüche erfolgt, wobei zum Einstellen der Trennzone einmalig im Betrieb ein Einstellen des Radius der leichten Flüssigkeitsphase LP mittels der Schälscheibe und dann ein Einstellen der schweren Flüssigkeitsphase (HP) und damit der Trennzone mittels der Drosseleinrichtung, vorzugsweise der Ringscheibe, erfolgt.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0014] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Hälfte einer erfindungsgemäßen, rein schematisch dargestellte Separatortrommel;
 Fig. 2 einen Schnitt durch eine weitere erfindungsgemäße, schematisch dargestellte Separatortrommel;
 Fig. 3 einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines Antriebesbereiches für eine Separatortrommel nach Art der Fig. 1 bis 3;
 Fig. 4 eine Separatortrommel nach dem Stand der Technik; und
 Fig. 5a-c eine mehrteilige Tabelle zur Veranschaulichung der Wirkung der Erfindung.

[0015] Fig.1 bis 3 zeigen jeweils Separatortrommeln 1, die eine vertikal ausgerichtete Drehachse am Radius r_0 aufweisen.

[0016] Die Separatortrommeln 1 sind jeweils auf eine Drehspindel 2 gesetzt, die z.B. nach Art der Fig. 4 direkt oder über einen Riemen angetrieben (hier nicht dargestellt) oder auf andere Weise (z.B. ein Getriebe) ist. Die Drehspindel 2 kann in ihrem oberen Umfangsbereich konisch ausgestaltet sein.

[0017] Die Drehspindel 2 ist mit wenigstens einem oder mehreren Wälzlager 3 einseits der Trommel - hier unterhalb der Trommel - pendelnd gelagert und beschreibt daher im Betrieb aufgrund von Restunwuchten anders als bei einem Dekanter eine neue Achse einstellt, die eine Art Präzessionsbewegung um die Vertikale r_0 (siehe Fig. 4, in der welcher der Inklinationwinkel α dargestellt ist) beschreibt.

[0018] Neben dieser Art der Konstruktion sind auch Konstruktionen bekannt, bei denen eine untere Trommel an einer oberen Drehspindel quasi "aufgehängt" ist. Auch hier wird die Trommel aber nur an einem ihrer Enden bzw. im Anschluss an eines ihrer axialen Enden drehbar pendelnd gelagert.

[0019] Die Separatortrommel 1 weist ein Zulaufrohr 4 für ein zu schleuderndes Produkt P auf, an das sich ein Verteiler 5 anschließt, welcher mit wenigstens einer oder mehreren Auftrittsöffnungen 6 versehen ist, durch welche zulaufendes Schleudergut (gekreuzte Schraffur) in das Innere der Separatortrommel 1 und den Steigekanal 7 des Tellerpakets geleitet werden kann. Eine Zuleitung durch die Spindel z.B. von unten ist ebenfalls denkbar.

[0020] Hier ist die Konstruktion derart gewählt, dass die Austrittsöffnungen 6 unterhalb eines Steigekanal 7 in einem Tellerpaket 8 (Außendurchmesser beim Bezugszeichen 8) aus konisch geformten Trenntellern 9 liegen. Nach oben wird das Tellerpaket 8 von einem Scheideteller 17 abgeschlossen, der einen größeren Durchmesser aufweist als das Tellerpaket.

[0021] Innerhalb des Trenntellerpaktes und dort vorzugsweise innerhalb des Steigekanal 7 bildet sich im Betrieb bei einer entsprechenden Rotation der Trommel an einem bestimmten Radius r_E - der Emulionslinie oder Trennlinie (auch E-Linie genannt) - eine Trennzone zwischen einer leichteren Flüssigkeitsphase LP (Schraffur von links unten nach rechts oben) und einer schwereren Flüssigkeitsphase HP (Schraffur nach rechts unten) aus.

[0022] Die leichtere Flüssigkeitsphase LP (light phase) wird an einem inneren Radius r_{LP} mit Hilfe einer Schälscheibe 10 (auch Greifer genannt) aus der Trommel geleitet. Mit Hilfe des durch die Rotationsenergie der Flüssigkeit entstehenden Staudrucks wirkt die Schälscheibe wie eine Pumpe. Der Schälscheibe ist z.B. außerhalb des Separators in deren nachgeschalteter Ableitung ein Ventil 18 zur Androsselung nachgeschaltet.

[0023] Die schwere Flüssigkeitsphase HP strömt dagegen um den äußeren Umfang des Scheidetellers 17 herum durch Ableitungskanal 11 zu einem Flüssigkeitsauslaß 12 am oberen axialen Ende der Trommel 1 (Radius r_{HP}).

[0024] Insoweit entsprechen sich die Konstruktionen der Fig. 1 bis 3. Sie sind auch mit den gleichen Antriebsvorrichtungen versehen.

[0025] Nach Fig. 3 fließt die schwere Phase HP am Flüssigkeitsauslaß 12 überlaufartig aus der Trommel.

[0026] Die erfindungsgemäßen Konstruktionen der Fig. 1 und 2 sind dagegen anders als die Konstruktion der Fig. 3 im Bereich des Flüssigkeitsauslasses 12 mit einer einstellbaren Drosseleinrichtung 13 versehen, mit Hilfe derer der Querschnitt am Flüssigkeitsablauf veränderlich ist.

[0027] Um diese Drosseleinrichtung 13 konstruktiv auf einfache Weise zu realisieren, wird vorgeschlagen, nach Art der Fig. 2 und 3 in axialer Richtung oberhalb des Flüssigkeitsauslasses 12 außerhalb der Trommel 1 eine Art Ring- bzw. Drosselscheibe 19 anzuordnen, die zu der wenigstens eine Flüssigkeitsaustrittsöffnung beabstandet angeordnet und ausgebildet ist, wobei die Stellung der Ringscheibe 19 zu der wenigstens einen Austrittsöffnung veränderlich ist. Die

Scheibe kann eine ebene Oberfläche aufweise oder z.B. mit Nuten versehen sein. Die Oberfläche der Ringscheibe ist vorzugsweise - aber nicht unbedingt - senkrecht zur Trommelachse ausgerichtet.

[0028] Vorzugsweise wird die Ringscheibe 19 z.B. axial verschieblich oder an einem ihrer Umfangsränder verschwenkbar angeordnet und der Ringscheibe wird ein Antrieb zugeordnet, der dazu ausgelegt ist, den Abstand zwischen der im Betrieb vorzugsweise stillstehenden Ringscheibe 19 und der Austrittsöffnung 12 zu verändern.

[0029] Vorzugsweise ist die Ringscheibe 19 als im Betrieb stillstehend ausgebildet und dreht sich nicht mit der Trommel 1 mit.

[0030] Zwischen der Ringscheibe 19 und den Austrittsöffnungen 12 bildet sich derart ein Spalt 20 aus, der von der aus der Trommel ausströmenden schweren Flüssigkeitsphase HP durchströmt wird, wobei die Breite des Flüssigkeitsspaltes veränderlich ist.

[0031] Sowohl durch Androsseln der Schälscheibe als auch durch Verstellen der Drosseleinrichtung bzw. hier der Spaltbreite des Spaltes 20 durch Bewegen der Ringscheibe 19 lässt sich der Radius der E-Linie innerhalb der Trommel um einen gewissen Bereich verschieben.

[0032] Hier weist die doppelt konische Trommel im Bereich ihres größten Durchmessers Feststoffaustrittsdüsen 21 auf, die zur kontinuierlichen Ableitung von Feststoffpartikeln S aus der Trommel dienen. Diese Ausgestaltung wird bevorzugt. Ausführungsformen ohne einen zusätzlichen Feststoffaustrag sind aber ebenfalls denkbar.

[0033] Die ursprüngliche Vermutung, dass sich bei Einsatz einer beweglichen Ringscheibe 19 an einer nur einseitig bzw. fliegend gelagerten Trommel aufgrund der deutlichen Präzessionsbewegung nicht genügend stabile Verhältnisse am Austrittsspalt 20 ausbilden, da der Spalt 20 aufgrund der Präzessionsbewegung keine konstante Spaltbreite aufweist, hat sich nicht bewahrheitet (siehe auch die Tabellen der Fig. 5).

[0034] Die verschiebbliche Ringscheibe führt vielmehr zu einer deutlichen Verbesserung der Einstellbarkeit der Emulsionslinie (E-Linie) sowie zu einer besseren Beherrschbarkeit und Steuerbarkeit des Prozesses. Es ergibt sich auch ein vergrößerter Einstellbereich der Trennzone.

[0035] Insoweit gleichen sich wiederum die Konstruktionen der Fig. 1 und 2.

[0036] Die Austrittsöffnungen 12 können eine runde Form nach Art von Bohrungen haben oder aber sich z.B. keilartige oder stufenartig von innen nach außen aufweiten, was die Regelungsfähigkeit in verschiedenen Fällen erhöht. Es könnte auch ein Röhrchen in die Austrittsöffnungen gesetzt sein, das der Vorteil hätte, dass sich der Flüssigkeitsstrom nicht an die Trommel legt.

[0037] Nach Fig. 2 ist dem Flüssigkeitsaustritt eine Art Hydrohermitikringkammer 14 vorgeschaltet.

[0038] Diese besteht aus einer dem Flüssigkeitsaustritt innerhalb der Trommel vorgeschalteten Scheibe 15, die sich vom Außenumfang der Schälscheibe 10 nach außen erstreckt und die einen maximalen Umfangsradius aufweist, der größer ist als der größte Radius, bis zu dem sich die Austrittsöffnungen 12 erstrecken. Der stillstehenden, nicht rotierenden (Verschluss-)Scheibe 15 ist wiederum innerhalb der Trommel 1 eine Art Ringscheibe 16 als 1. Wehr vorgeschaltet, die sich vom Innenumfang des Trommeldeckels der Trommel 1 aus nach innen hin erstreckt und deren innerer Radius kleiner ist als der größte Radius, bis zu dem sich die Scheibe 15 und die Austrittsöffnungen 12 erstrecken, so dass in dem Bereich zwischen der Ringscheibe 16 und den Austrittsöffnungen 12 (als 2. Wehr) am Innenumfang des Trommeldeckels der Trommel 1 die Hydrohermitikringkammer 14 ausgebildet wird.

[0039] Diese Kammer verhindert den unkontrollierten Austritt von Gasen oder Dampf aus der Trommel durch die Austrittsöffnungen 12 oder Labyrinthen oder sonstigen Spalten oder dgl., was eine kurzzeitige Instabilität im Bereich der Emulsionslinie - Trennzone - zu Folge hätte.

[0040] Zum Druckausgleich können vertikale Bohrungen 22, die sich durch den scheibenförmigen Ansatz der Schälscheibe 10 erstrecken und nicht mit dem Ablaufkanal in Schälscheibe in Wirkverbindung stehen, vorgesehen sein.

[0041] In der Praxis wirkt sich die Erfindung wie folgt aus:

Die verbesserte Kontrolle bzw. Einstellbarkeit des Radius r_E der Emulsionslinie - auch Trennzone oder Trennlinie genannt - erhöht in bedeutsamem Umfang die Optimierbarkeit, die Stabilität und die Feinabstimmung des Prozesses im Dreiphasen-Separationssystem.

[0042] Geht man davon aus, daß die Drosseleinrichtung 13 mit einer Drosselscheibe 19, die verstellbar ist, den Ableitungsradius der schweren Flüssigkeitsphase um 10 mm verstellen kann und daß die Schälscheibe einen zusätzlichen Druckabfall von 100.000 Pa ausüben kann, ergibt sich die folgende Möglichkeit der Einstellung der E-Linie oder der Aufrechterhaltung einer stabilen E-Linie mit verschiedenen Dichtigkeitsraten (K) (siehe die Tabellen der Fig. 5).

[0043] Die Drosseleinrichtung 13 allein kann eine Verstellbarkeit des Ableitungsradius der schweren Flüssigkeitsphase von ca. 336 bis 384 mm (also 48 mm) oder einen Ausgleich der Dichteverianz (K) von 0,884 bis 0,915 (0,031) erreichen, denn entweder wird durch Reaktion auf Verschiebungen oder aber bei Produktänderungen durch eine Veränderung der Spaltbreite des Spaltes 20 einem Verschieben der Trennzone entgegengewirkt, um diese an einem möglichst konstanten Radius zu halten, um den Prozess stabil zu halten.

[0044] Die Schälscheibe 10 allein kann dagegen eine Verstellung des Radius der Trennlinie von 360 bis 392 mm (32

mm) oder einen Ausgleich der Dichtenänderung (K) von 0,878 bis 0,900 (0,022) erzielen.

[0045] Kombiniert können die Drosseleinrichtung 13 und die Schälscheibe 10 eine Verstellbarkeit der Trennzone bzw. des Radius der E-Linie von 336 bis 414 mm (entsprechend 78 mm) oder eine Dichtenverhältnisvarianz (K) von 0,863 bis 0,915 (0,052) erzielen.

[0046] Dies zeigt eindrucksvoll, daß es mit der Kombination aus Schälscheibe 10 und Drosseleinrichtung 13 und den Feststoffaustragsdüsen 21 (denen ein Ableitungssystem z.B. mit Leitblechen oder dgl. nachgeordnet ist) nicht nur möglich ist, die E-Linie über einen großen Bereich zu verstellen, sondern daß es auch möglich ist, die E-Linie besonders einfach konstant zu halten, wenn sich die Zusammensetzung bzw. Eigenschaft des Schleudergutes ändert oder sich durch Düsenverschleiß die Maschineneigenschaften - hier die Ableitungsquerschnitt für die feste Phase und damit die Austrittsmenge der festen Phase.

[0047] Wird nach Art der Figur 2 eine hydrohermetische Kammer 14 vorgesehen, ist es möglich, zu verhindern, daß Dampf oder Gas (z.B. Kohlenwasserstoffe und/oder Wasser- oder Öldampf) aus der Flüssigkeit austritt, und zwar unabhängig von den Prozesstemperaturen, so daß sich der Vorteil ergibt, daß insbesondere durch Wasserdampf weder die Separation bzw. Trenneffizienz in den Tellerstapeln noch die Lage des E-Linienradius beeinflusst wird.

[0048] Es ist auch möglich, eine separate und unabhängige Wasserzufuhr in die Trommel (hier nicht dargestellt, realisierbar z.B. durch ein konzentrisches Zuleitungsrohr innerhalb des Zuleitungsrohres 4 für das Produkt und weiter durch den Verteiler bis in die Trommel) vorzusehen, um bei der Dreiphasentrennung - ohne eine zusätzliche hydraulische Last auf den Tellerstapel auszuüben -, sicherzustellen, daß am Spalt 20 stets ein genügender Staudruck herrscht. Würde dagegen der Spalt nicht vollständig durchströmt werden, ergäbe sich möglicherweise eine unkontrollierte Verschiebung der E-Linie.

[0049] Der Ableitungsvolumenfluss durch den Spalt 20 wird vorzugsweise beobachtet und ggf. auch gemessen, um derartige Trockenläufe zu verhindern und um das Volumen des zuzusetzenden Wasser möglichst zu minimieren.

[0050] Bei der Erfindung ist es auch möglich und besonders vorteilhaft, die Flussmenge des Produktes zur Zentrifuge genauso zu messen, wie die Flussmengen an den Abläufen über die Schälscheibe 10 und durch den Spalt 20 an der Drosseleinrichtung 13, wobei die Ableitungsrate an Feststoffen durch die Feststoffaustragsdüsen 21 aus den Differenzen dieser Größen bestimmbar ist.

[0051] Die Düsenableitungskapazität kann auf der Basis des Maschinendesigns und der Trommelumdrehungsgeschwindigkeit zunächst theoretisch bestimmt werden. Diese Kapazität wird nachfolgend als "nominale" Kapazität bzw. Ableitungsrate bezeichnet.

[0052] Die Differenz zwischen den nominalen und den "gemessenen" Ableitungsraten der Feststoffdüsen gibt eine Information über die Betriebszustände der Düsen wieder.

[0053] Wenn die "gemessene" Ableitungsrate größer ist als die Nominalrate, zeigen die Düsen 21 Verschleiß und es kann ein Zeitraum angegeben werden, innerhalb dem es empfehlenswert ist, die Feststoffaustragsdüsen 21 zu reparieren bzw. instand zu setzen. Dies ist vorteilhaft, da es möglich ist, die Zeit bis zum Wechseln der Düsen zu maximieren.

[0054] Wenn die gemessene "Ableitungsrate" geringer ist als die Nominalrate, kann man daraus schließen, daß eine oder mehrere der Feststoffaustragsdüsen 21 verstopft sind.

[0055] Das System kann dazu ausgelegt sein, eine automatische Korrektur der Auswirkung des Düsenverschleißes durchzuführen, wenn es feststellt, ob die Feststoffaustragsdüsen verstopft sind oder nicht.

[0056] Es ist schließlich auch noch möglich, eine Art Expertensystem zur Prozessoptimierung und Regelung mit Hilfe der erfindungsgemäßen Separatortrommel zu erstellen.

[0057] Der Druckabfall über der Drosseleinrichtung (am Spalt 20) hängt von der Durchflussrate bzw. -menge und der Größe des Spaltes 20 ab. Der Druckabfall über der Schälscheibe 10 hängt von der Durchflussmenge ab und dem Androsseldruck an dem Ventil 20 der Schälscheibe. Die Druckabfälle beeinflussen die Abflussmengen der schweren und leichten Phasen. Kombiniert und jeweils für sich betrachtet, beeinflussen die Abflussleitungsradialen zudem die Lage der E-Linie.

[0058] Da derart klar ist, wie die schweren und leichten Abflussradialen durch den Druckabfall am Spalt 20 und an der Schälscheibe beeinflusst werden und wie dies die E-Linien beeinflusst, lässt sich ein verbessertes Steuerungs- und Regelungssystem für den Separator schaffen.

[0059] So kann der Anwender daraus, daß der Radius der E-Linie besonders klein ist, schließen, daß ein größerer Anteil schwerer Phase in der leichten Phase vorliegt und umgekehrt.

[0060] Wenn die Emulsion nicht trennbar ist, hat sich eine Emulsionsschicht innerhalb der Zentrifuge aufgebaut.

[0061] Indem geeignete Veränderungen der Einstellungen am Spalt 20 und/oder an der Schälscheibe vorgenommen werden, ist es möglich, die Entstehung der Emulsionsschicht entweder zu verhindern oder diese in die schwere oder die leichte Flüssigkeitsableitung abzuleiten, bevor der Prozess instabil wird bzw. eine schlechtere Klärung erfolgt bzw. bevor der Prozess unkontrollierbar wird.

[0062] Mit einem Online-Expertensystem kann ein stabiler Separationsprozess aufrecht erhalten werden, obwohl eine Fluktuation in der Produktzufuhrate und -Zusammensetzung auftreten kann oder eine Dichtefluktuationen der schweren und/oder der leichteren flüssigen Phase LP und HP. Derartige Effekte treten z.B. bei Naturprodukten wie Fischöl auf

oder aber bei der Rohölaufbereitung (Abtrennen von Wasser aus dem Röhöl) oder bei der Wasseraufbereitung (insbesondere Abtrennen von Ölresten aus dem Wasser).

[0063] Indem das Online-Expertensystem mit einer Online-Messung der Durchflussmenge und/oder der Produktflussmenge ergänzt wird, ist es möglich, die Zufuhrdichte zu berechnen oder schließlich die Dichte direkt zu messen.

[0064] Eine Korrektur der Flussmenge der Feststoffe kann durchgeführt werden, indem der Feststoffgehalt gemessen wird, da die Feststoffdichte einen relativ konstanten Parameter darstellt.

[0065] Durch ein Messen der Ableitungsflussmenge an leichter Phase und der Flussmenge können die leichte Phasendichte und schließlich die Dichte direkt gemessen werden.

[0066] Aus den Dichten können die Zuflussmenge und die Abflussmenge der schweren und leichten Phase bestimmt werden.

[0067] Aus all diesen Werten können Rückschlüsse gezogen werden, die es erlauben, mittels von Einstellungen am Spalt allein und/oder durch geeignetes Androsseln der Schälscheibe den Separationsprozess zu optimieren.

[0068] Ergänzt werden kann dieses einfache Expertensystem durch eine Online-Messung der genauen schweren Phasenzusammensetzung sowie der leichten Phasen. Weder die schweren noch die leichten Phasen besitzen typischerweise eine Polarität, welche die Messung der volumetrischen Konzentration einfach machen würden.

Bezugszeichen

[0069]

Separatortrommeln	1
Drehspindel	2
Lager	3
Zulaufrohr	4
Verteiler	5
Austrittsöffnungen	6
Steigekanal	7
Tellerpaket	8
Trennteller	9
Schälscheibe	10
Ableitungskanal	11
Flüssigkeitsauslaß	12
Wehreinrichtung	13
Hydrohermetikringkammer	14
Stauscheibe	15
Ringscheibe	16
Scheideteller	17
Regelventil	18
Ringscheibe	19
Spalt	20
Feststoffaustrittsdüsen	21
Bohrungen	22
Vertikale	R0
Winkel	α
leichteren Flüssigkeitsphase	LP
schwerere Flüssigkeitsphase	HP

Patentansprüche

1. Separator mit einer zumindest innen einfach oder doppelt konischen Separatortrommel (1), die lediglich an einem ihrer axialen Enden drehbar gelagert ist und die eine vertikale Drehachse aufweist und die ferner folgendes aufweist:

- a) lediglich an ihrem unteren Ende oder an ihrem oberen Ende eine Drehspindel zum Antrieb der Separatortrommel, welche um einen Gelenkpunkt (G) pendelnd gelagert ist,
- b) ein Zulaufrohr (4) für ein zu verarbeitendes Produkt,
- c) zumindest zwei Flüssigkeitsauslässe für eine leichtere Phase (LP) und eine schwerere Phase (HP) aufweist, wobei der Flüssigkeitsauslaß für die leichtere Phase (LP) mit einer Schälscheibe versehen ist,

- d) vorzugsweise Feststoffaustragsöffnungen im Bereich ihres größten Innenumfangs,
- e) ein in der Separatortrommel angeordnetes Trenntellerpaket,

dadurch gekennzeichnet, dass

f) dem Flüssigkeitsauslaß (12) der schwereren Phase (HP) eine einstellbare Drosseleinrichtung (13) außerhalb der Trommel nachgeschaltet ist, die eine Ringscheibe (19) aufweist und dazu ausgelegt ist, den Flüssigkeitsradius $R(HP)$, bis zu dem sich die schwere Phase in der Trommel erstreckt, durch eine Veränderung des Austrittsquerschnittes für die schwere Flüssigkeitsphase und eine damit bewirkte Androsselung zu verschieben.

2. Separator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringscheibe (19) in axialer Richtung oberhalb des Flüssigkeitsauslasses (12) außerhalb der Trommel (1) angeordnet ist.
3. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringscheibe (19) eine Antriebsvorrichtung zugeordnet ist und dass die Ringscheibe axial beweglich, insbesondere verschieblich und/oder verschwenkbar angeordnet ist, so dass der Abstand der im Betrieb Ringscheibe (19) und der Austrittsöffnung - also die Spaltbreite eines Ringspaltes (20) - veränderlich ist.
4. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringscheibe (19) als im Betrieb nicht rotierend ausgebildet ist.
5. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststoffaustrittsöffnungen als Düsen (21) ausgebildet sind, die zur kontinuierlichen Ableitung von Feststoffpartikeln aus der Trommel (2) ausgelegt sind.
6. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststoffaustrittsdüsen (21) mittels eines Kolbenschiebers verschließbar sind.
7. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststoffaustrittsdüsen (21) Düsen und einen Kolbenschieber enthalten.
8. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein sich in die Trommel erstreckendes weiteres Zuleitungsrohr für eine Flüssigkeit wie Wasser als Zusatz zum verarbeitenden Produkt.
9. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** wenigstens einen oder mehrere Sensor(en) zur Messung der Produkt-Strömungsraten an den Zu- und/oder Abflüssen.
10. Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Flüssigkeitsauslaß (12) für die schwere Flüssigkeitsphase und der Drosseleinrichtung (13) eine Hydrohermetikringkammer (14) vorgeschaltet sind.
11. Separator nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydrohermetikringkammer (14) aus einer dem Flüssigkeitsauslaß (12) innerhalb der Trommel vorgeschalteten Stauscheibe (15) besteht, die sich vom Außenumfang der Schälscheibe (10) nach außen erstreckt und die einen maximalen Umfangsradius aufweist, der größer ist als der größte Radius, bis zu dem sich die Austrittsöffnungen (12) erstrecken, wobei der Stauscheibe eine Ringscheibe (16) vorgeschaltet ist, die sich vom Innenumfang des Trommeldeckels der Trommel (1) aus nach innen hin erstreckt und deren innerer Radius kleiner ist als der größte Radius, bis zu dem sich die Stauscheibe (15) und die Austrittsöffnungen (12) erstrecken, so dass in dem Bereich zwischen der Ringscheibe (16) und den Austrittsöffnungen (12) am Innenumfang des Trommeldeckels der Trommel (1) die Hydrohermetikringkammer (14) ausgebildet wird.
12. Verfahren zur Dreiphasentrennung und -klärung eines zu verarbeitenden Produktes in wenigstens zwei Flüssigkeitsphasen und eine Feststoffphase, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verarbeitung des Produktes in einem Separator nach einem der vorstehenden Ansprüche erfolgt, wobei zum Einstellen der Trennzone einmalig im Betrieb ein Einstellen des Radius der leichten Flüssigkeitsphase LP mittels der Schälscheibe (10) und dann ein Einstellen der schweren Flüssigkeitsphase (HP) und damit der Trennzone mittels der Drosseleinrichtung (13), in Form der Ringscheibe (19), erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennzone durch ein Regelverfahren in Abhängigkeit von der Produktzuleitungsmenge und/oder Beschaffenheit auf einem konstanten Radius gehalten wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flussmengen in der Produktzuleitung in die Trommel und der Produktableitung aus der Trommel an der Schälscheibe und der Drosseleinrichtung ermittelt, insbesondere gemessen werden und dass die Flussmenge an Feststoff aus der Differenz dieser Größen ermittelt wird.
15. Verfahren, insbesondere nach Anspruch 12, 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einer Veränderung der ermittelten Flussmenge für die Feststoffphase auf eine Veränderung des Zustandes der Feststoffaustragsdüsen geschlossen wird, wobei eine Zunahme der Flussmenge auf einen Verschleiß der Düsen hinweist und eine Abnahme der Flussmenge auf eine Verstopfung oder Verschmutzung der Düsen.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle einer Emulsionsbildung durch Verstellen der Schälscheibe und der Drosseleinrichtung die Trennzone derart verschoben wird, dass die Emulsion durch die Schälscheibe oder den Spalt an der Drosseleinrichtung abgeleitet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Feststoffgehalt des in die Separatortrommel geleiteten Produktes gemessen wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ablaufvolumen der leichten Flüssigkeitsphase ermittelt, insbesondere gemessen wird..
19. Verwendung eines Separators nach einem der vorstehenden Ansprüche zur Rohölaufbereitung, bei der aus das Rohöl von Feststoffen geklärt und Wasser aus dem Rohöl abgetrennt wird.

Claims

1. A separator with an at least inwardly singly or doubly conical separator drum (1) which is mounted rotatably at only one of its axial ends and which has a vertical axis of rotation and which, furthermore, has the following:
 - a) only at its lower end or at its upper end, a rotary spindle for driving the separator drum, which rotary spindle is mounted oscillatingly about an articulation point (G),
 - b) an inflow pipe (4) for a product to be processed,
 - c) at least two liquid outlets for a lighter phase (LP) and a heavier phase (HP), the liquid outlet for the lighter phase (LP) being provided with a stripping disk,
 - d) preferably, solid discharge ports in the region of its largest inner circumference,
 - e) a separation plate stack arranged in the separator drum,
- characterized in that
 - f) the liquid outlet (12) of the heavier phase (HP) is followed outside the drum by a settable throttle device (13) which has an annular disk (19) and is designed for displacing the liquid radius $R(HP)$, up to which the heavy phase extends in the drum, by a variation in the outflow cross section for the heavy liquid phase, that is to say by throttling.
2. The separator as claimed in claim 1, **characterized in that** the annular disk (19) is arranged in the axial direction, above the liquid outlet (12) outside the drum (1).
3. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the annular disk (19) is assigned a drive device, and **in that** the annular disk is arranged axially moveably, in particular displaceably and/or pivotably, so that the distance between the annular disk (19), stationary during operation, and the outflow port, that is to say the gap width of an annular gap (20), is variable.
4. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the annular disk (19) is designed to be nonrotating during operation.

5. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the solid outflow ports are designed as nozzles (21) which are designed for the continuous discharge of solid particles from the drum (1).
- 5 6. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the solid outflow nozzles (21) can be closed by means of a piston slide.
7. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the solid outflow nozzles (21) contain nozzles and a piston slide.
- 10 8. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized by** a further feed pipe extending into the drum, for a liquid, such as water, as an addition to the product to be processed.
9. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized by** at least one or more sensors for measuring the product flow rates at the inflows and/or outflows.
- 15 10. The separator as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the liquid outlet (12) for the heavy liquid phase and the throttle device (13) are preceded by a hydrohermetic annular chamber (14).
- 20 11. The separator as claimed in claim 10, **characterized in that** the hydrohermetic annular chamber (14) consists of a retaining disk (15) which precedes the liquid outlet (12) within the drum and which extends outwardly from the outer circumference of the stripping disk (10) and which has a maximum circumferential radius which is larger than the maximum radius up to which the outflow ports (12) extend, the retaining disk being preceded by an annular disk (16) which extends inwardly from the inner circumference of the drum cover of the drum (1) and the inner radius of which is smaller than the maximum radius up to which the retaining disk (15) and the outflow ports (12) extend, so that the hydrohermetic annular chamber (14) is formed on the inner circumference of the drum cover of the drum (1) in the region between the annular disk (16) and the outflow ports (12).
- 25 12. A method for the three-phase separation and clarification of a product to be processed, into at least two liquid phases and one solid phase, **characterized in that** the processing of the product takes place in a separator as claimed in one of the preceding claims, and, to set the separation zone, a setting of the radius of the light liquid phase (LP) by means of the stripping disk (10) and then a setting of the heavy liquid phase (HP) and consequently of the separation zone by means of the throttle device (13), in the form of the annular disk (19), taking place once during operation.
- 30 13. The method as claimed in claim 12, **characterized in that** the separation zone is kept at a constant radius by means of a regulating method as a function of the product feed quantity and/or characteristic.
- 35 14. The method as claimed in claim 12 or 13, **characterized in that** the flow quantities in the product feed line into the drum and the product discharge line out of the drum are determined, in particular measured, at the stripping disk and the throttle device, and **in that** the flow quantity of solid is determined from the difference between these variables.
- 40 15. The method particularly as claimed in claim 12, 13 or 14, **characterized in that** a conclusion as to a variation in the state of the solid discharge nozzles is drawn from a variation in the determined flow quantity for the solid phase, an increase in the flow quantity pointing to a wear of the nozzles, and a decrease in the flow quantity pointing to a blockage or contamination of the nozzles.
- 45 16. The method as claimed in claim 15, **characterized in that**, in the event of the formation of an emulsion, the separation zone is displaced as a result of the adjustment of the stripping disk and of the throttle device, in such a way that the emulsion is discharged through the stripping disk or the gap at the throttle device.
- 50 17. The method as claimed in one of claims 12 to 16, **characterized in that** the solid content of the product conducted into the separator drum is measured.
18. The method as claimed in one of claims 12 to 17, **characterized in that** the outflow volume of the light liquid phase is determined, in particular measured.
- 55 19. A use of a separator as claimed in one of the preceding claims for crude oil treatment, in which the crude oil is clarified of solids and water is separated from the crude oil.

Revendications

1. Séparateur avec un tambour de séparateur (1) en forme de cône simple ou double au moins à l'intérieur, qui est supporté avec possibilité de rotation à une seule de ses extrémités axiales et qui présente un axe de rotation vertical ainsi que :

- a) uniquement à son extrémité inférieure ou à son extrémité supérieure, une broche rotative pour l'entraînement du tambour de séparateur, qui est supportée de façon pendulaire autour d'un point d'articulation (G) ;
- b) un tuyau d'arrivée (4) pour un produit à traiter ;
- c) au moins deux sorties de liquide pour une phase légère (LP) et une phase lourde (HP), la sortie de liquide pour la phase légère (LP) étant munie d'une turbine centripète,
- d) de préférence, des ouvertures d'extraction de solides au niveau de sa plus grande circonférence intérieure,
- e) un paquet de disques de séparation disposé dans le tambour de séparateur,

caractérisé en ce que

- f) la sortie de liquide (12) de la phase lourde (HP) est suivie d'un dispositif d'étranglement réglable (13) à l'extérieur du tambour, qui présente de préférence un disque annulaire (19) et qui est conçu pour décaler le rayon du liquide R(HP) jusqu'auquel la phase lourde s'étend dans le tambour en modifiant la section de sortie de l'étranglement réalisé pour la phase liquide lourde.

2. Séparateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le disque annulaire (19) est disposé au-dessus de la sortie de liquide (12) dans le sens axial, à l'extérieur du tambour (1).
3. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le disque annulaire (19) est associé à un dispositif d'entraînement et **en ce que** le disque annulaire est disposé de façon mobile dans le sens axial, en particulier avec possibilité de translation et/ou de basculement, de sorte que la distance entre le disque annulaire (19) en fonctionnement et l'ouverture de sortie, autrement dit la largeur d'une fente annulaire (20), est modifiable.
4. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le disque annulaire (19) est conçu pour ne pas être rotatif en fonctionnement.
5. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ouvertures de sortie des solides sont conformées comme des buses (21) dimensionnées pour évacuer les particules solides du tambour (2) en continu.
6. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les buses de sortie des solides (21) peuvent être fermées au moyen d'une soupape à piston.
7. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les buses de sortie des solides (21) contiennent des buses et une soupape à piston.
8. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un autre tuyau d'arrivée s'étendant dans le tambour pour un liquide tel que de l'eau à ajouter au produit à traiter.
9. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un ou plusieurs capteurs pour la mesure des débits de produit au niveau des arrivées et/ou des écoulements.
10. Séparateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la sortie de liquide (12) pour la phase liquide lourde et le dispositif d'étranglement (13) sont précédés par une chambre annulaire hydrohermétique (14).
11. Séparateur selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la chambre annulaire hydrohermétique (14) se compose d'un disque d'accumulation (15) monté en amont d'une sortie de liquide (12) à l'intérieur du tambour, qui s'étend vers l'extérieur à partir de la circonférence extérieure de la turbine centripète (10) et qui présente un rayon de circonférence maximal qui est plus grand que le plus grand rayon jusqu'auquel les ouvertures de sortie (12) s'étendent, le disque d'accumulation étant précédé d'un disque annulaire (16) qui s'étend à partir de la circonférence extérieure du couvercle du tambour (1) vers l'intérieur et dont le rayon intérieur est plus petit que le plus grand rayon

jusqu'auquel s'étendent le disque d'accumulation (15) et les ouvertures de sortie (12), de sorte que la chambre annulaire hydrohermétique (14) est formée dans la zone comprise entre le disque annulaire (16) et les ouvertures de sortie (12) sur la circonférence intérieure du couvercle du tambour (1).

- 5 12. Procédé pour la séparation et l'épuration de trois phases d'un produit à traiter en au moins deux phases liquides et une phase solide, **caractérisé en ce que** le traitement du produit a lieu dans un séparateur selon l'une des revendications précédentes, le rayon de la phase liquide légère (LP) étant réglé une fois au moyen de la turbine centripète (10) pour définir la zone de séparation, puis la phase liquide lourde (HP) et ainsi la zone de séparation étant réglées au moyen du dispositif d'étranglement (13) formé par le disque annulaire (19).
- 10 13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la zone de séparation est maintenue à un rayon constant par un procédé de régulation en fonction de la quantité de produit amenée et/ou de la texture.
- 15 14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce que** les débits dans la conduite d'alimentation en liquide du tambour et de la conduite de sortie de liquide hors du tambour sont déterminés, en particulier mesurés, au niveau de la turbine centripète et du dispositif d'étranglement et **en ce que** le débit de solides est déterminé à partir de la différence entre ces grandeurs.
- 20 15. Procédé, en particulier selon la revendication 12, 13 ou 14, **caractérisé en ce qu'un** changement du débit déterminé pour la phase solide est utilisé pour déduire un changement de l'état des buses d'évacuation des solides, une augmentation du débit signalant une usure des buses et une diminution du débit un colmatage ou un encrassement des buses.
- 25 16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'en** cas de formation d'une émulsion, l'ajustement de la turbine centripète et du dispositif d'étranglement permet de déplacer la zone de séparation de telle façon que l'émulsion soit évacuée à travers la turbine centripète ou la fente du dispositif d'étranglement.
- 30 17. Procédé selon l'une des revendications 12 à 16, **caractérisé en ce que** la teneur en solides du produit amené dans le tambour de séparateur est mesurée.
- 35 18. Procédé selon l'une des revendications 12 à 17, **caractérisé en ce que** le volume d'écoulement de la phase liquide légère est déterminé, en particulier mesuré.
- 40 19. Utilisation d'un séparateur selon l'une des revendications précédentes pour la préparation d'huile brute, dans laquelle l'huile brute est épurée des solides et l'eau est séparée de l'huile brute.
- 45
- 50
- 55

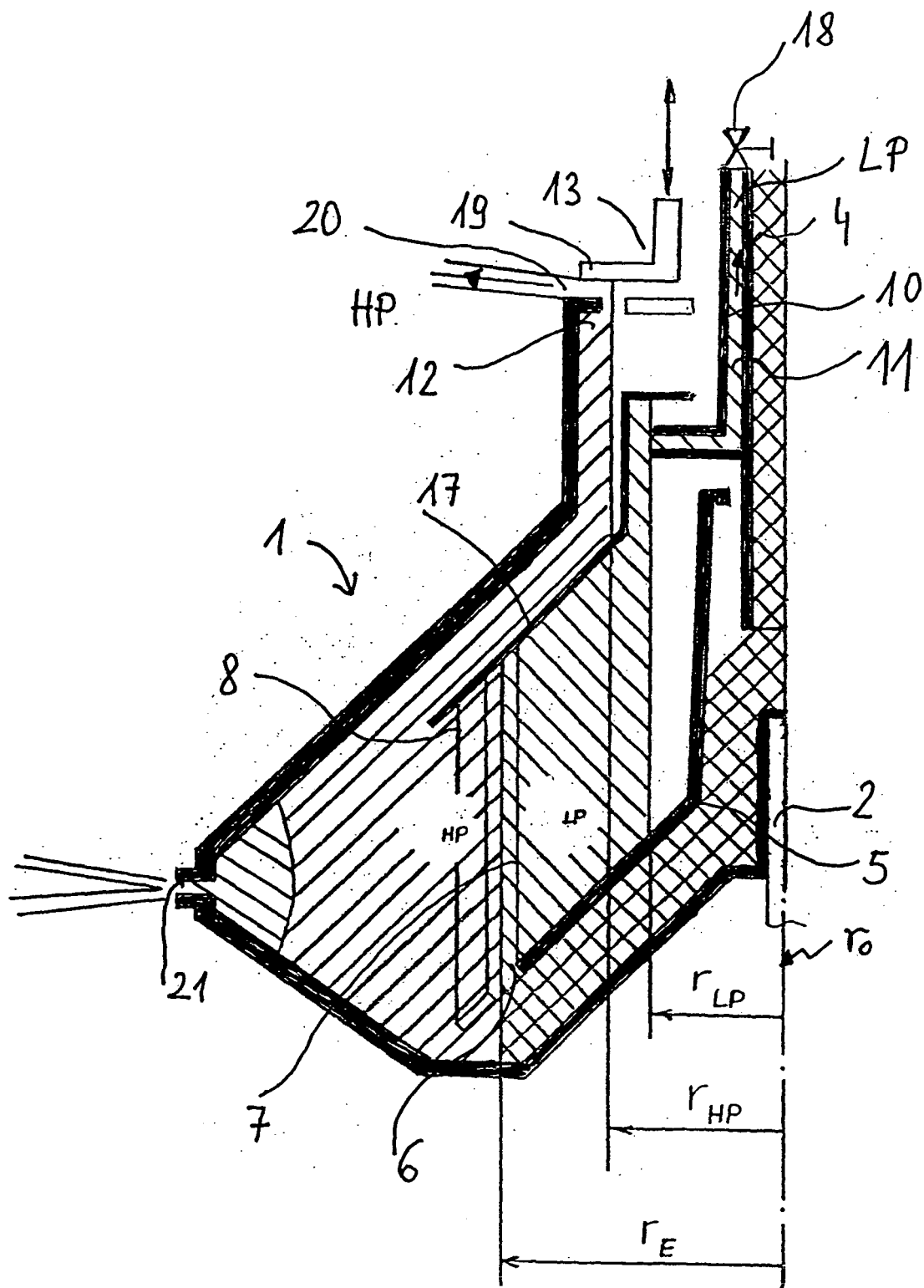


Fig. 1

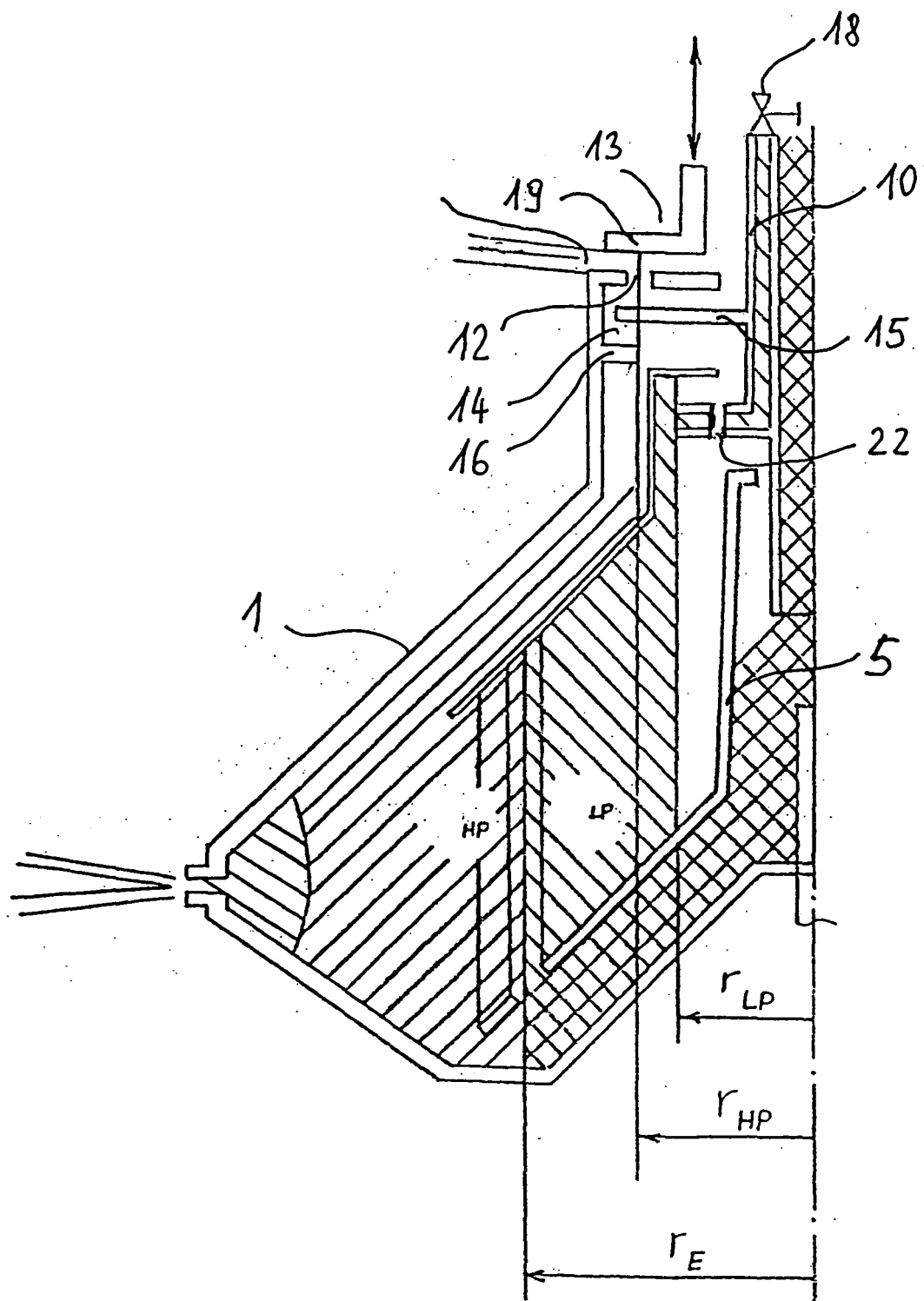


Fig. 2

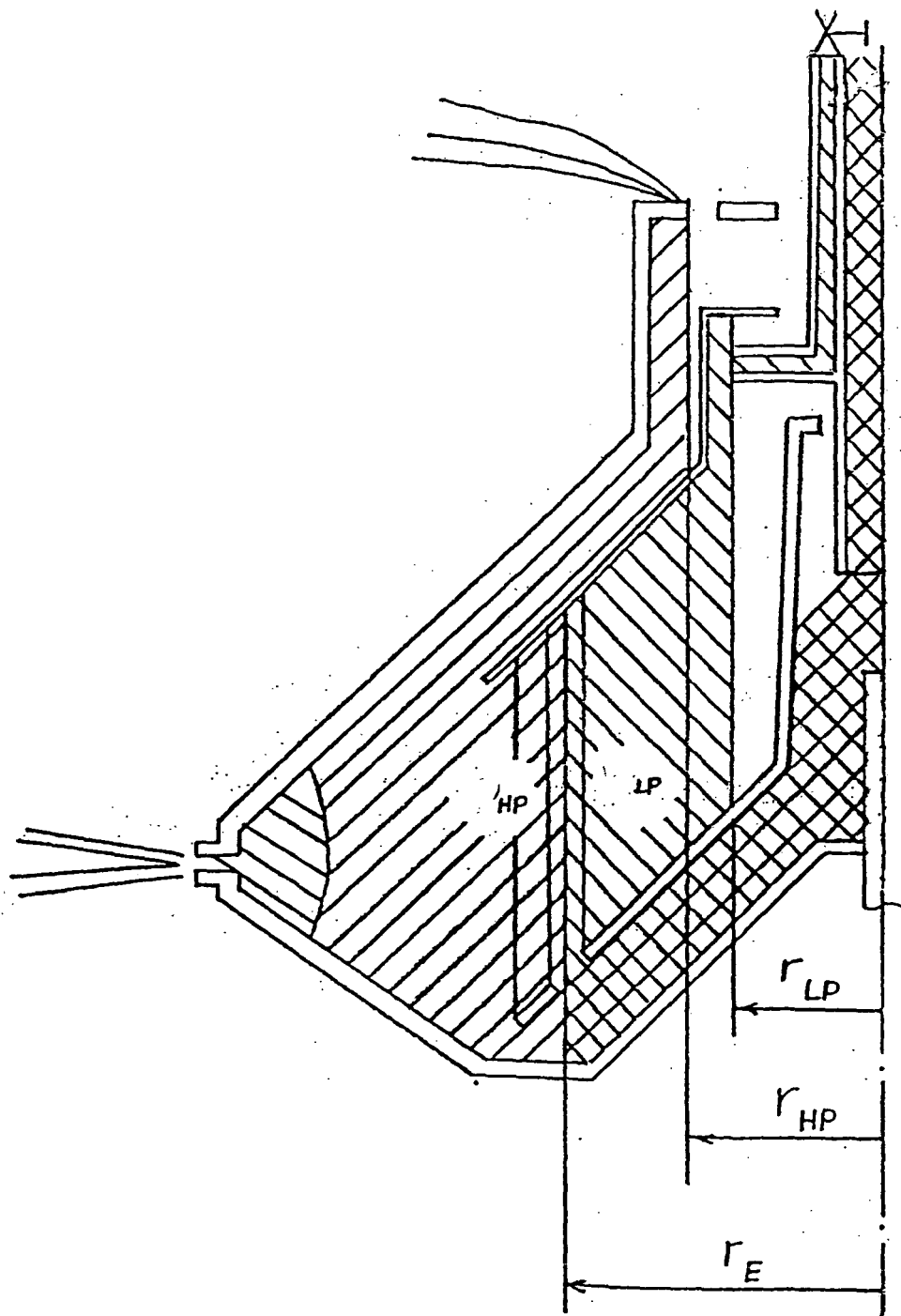


Fig.3

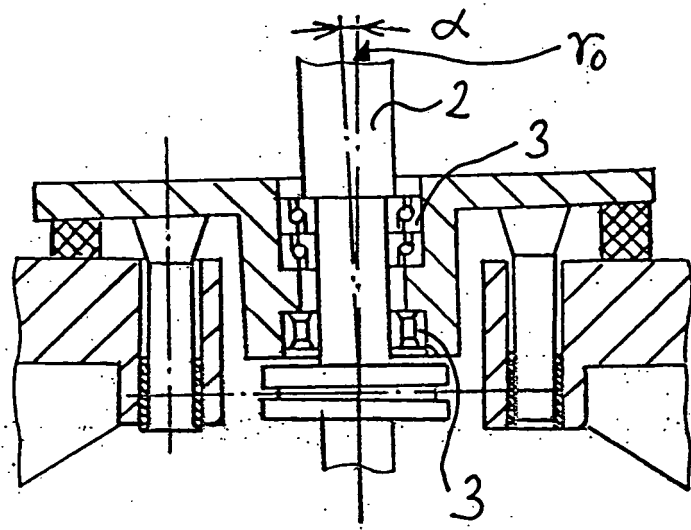


Fig. 4

Düsenseparator ODB 260 Beispiel			
Schälscheibe (Leichte Flüssigkeit Wehrradius r_{LP})			
Durchmesser	260,0 mm	Radius	130,0 mm
Min. Durchmesser	190,0 mm	Min. Wehrradius	95,0 mm
Drosselvorrichtung (Schwere Flüssigkeit Wehrradius r_{HP})			
Max. Durchmesser	340,0 mm	Max. Wehrradius	170,0 mm
Min. Durchmesser			
Trennteller (Trennlinieradius r_E)			
Max. Trennliniedurchmesser	820,0 mm	Max. Trennlinieradius	410,0 mm
Min. Trennliniedurchmesser	620,0 mm	Min. Trennlinieradius	310,0 mm

Fig. 5a'

Definitionen	
ρ_{LP} := Leichte Flüssigkeits Dichte	r_{LP} := Wehrradius, Leichte Flüssigkeit
ρ_{HP} := Schwere Flüssigkeits Dichte	r_{HP} := Wehrradius, Schwere Flüssigkeit
ΔP_{ss} := "Extra" Druckverlust über der Schältscheibe	r_E := Trennlinieradius (Separationsradius zwischen die beiden Flüssigkeiten)
FL := Flüssigkeit	N := Trommeldrehzahl
r_{LP}^* := Korrigierte Leichte FL Wehrradius durch ΔP_{ss}	

Fig. 5a''

**Änderung von
Schweren Flüssigkeitswehrradius und Dichtenverhältnis (K)
(Drosselvorrichtung am Düsenseparatormodell ODB 260)**

$(K = \rho_{LP}/\rho_{HP})$

$K, r_{LP} = \text{Konstant}$			$r_{LP}, r_E = \text{Konstant}$		
K	Leichte FL Wehrradius	Schwere FL Wehrradius	K	Leichte FL Wehrradius	Schwere FL Wehrradius
	r_{LP} mm	r_{HP} mm		r_{LP} mm	r_{HP} mm
Trennlinie- Radius			Trennlinie- Radius		
r_E mm			r_E mm		
0,900	110,0	149,0	0,913	110,0	149,0
0,900	110,0	154,0	0,900	110,0	154,0
0,900	110,0	159,0	0,887	110,0	159,0

Fig. 5a'''

**Änderung von
Leichten Flüssigkeitswehrradius und Dichtenverhältnis (K)
(Schälscheibe am Düsenseparatormodell ODB260)**

$$K = \rho_{LP} / \rho_{HP}$$

$$\rho_{LP} = 870 \text{ kg/m}^3; N = 2800 \text{ rpm}$$

K	Leichte FL Wehrradius		"Extra" Druckverlust Schälscheibe	Schwere FL Wehrradius		Trennlinie-Radius	K		Leichte FL Wehrradius		"Extra" Druckverlust Schälscheibe	Schwere FL Wehrradius		Trennlinie-Radius
	r_{LP} mm	r'_{LP} mm		r_{HP} mm	r'_{HP} mm				r_{LP} mm	r'_{LP} mm		r_{HP} mm	r'_{HP} mm	
0.900	110,0	110,0	0	154,0	110,0	358	0,900	0,900	110,0	110,0	0	154,0	154,0	358
0.900	110,0	103,7	50 000	154,0	110,0	375	0,890	0,890	110,0	103,7	50 000	154,0	154,0	358
0.900	110,0	97,1	100 000	154,0	110,0	390	0,880	0,880	110,0	97,1	100 000	154,0	154,0	358

Fig. 5b

**Änderung von
Leichten und Schweren Flüssigkeitswehrradius und Dichtenverhältnis (K)
(Schälscheibe und Drosselvorrichtung am Düsenseparatormodel ODB260)**

$$K = \rho_L / \rho_{LP}$$

$$\rho_L = 870 \text{ kg/m}^3 \quad N = 2800 \text{ rpm}$$

K	Leichte FL Wehrradius		"Extra" Druckverlust Schälscheibe	Schwere FL Wehrradius	Trennlinie-Radius	K	Leichte FL Wehrradius		"Extra" Druckverlust Schälscheibe	Schwere FL Wehrradius	Trennlinie-Radius
	r_{LP} mm	r'_{LP} mm					r_{LP} mm	r'_{LP} mm			
0.900	110.0	110.0	0	149.0	336	0.913	110.0	110.0	0	149.0	358
0.900	110.0	103.7	50 000	154.0	375	0.890	110.0	103.7	50 000	154.0	358
0.900	110.0	97.1	100 000	159.0	410	0.867	110.0	97.1	100 000	159.0	358

Fig. 5c

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 9634693 A [0001]
- WO 8601436 A [0003]
- DE 10209925 A1 [0009]
- DE 10203652 A1 [0009]