



(11) **EP 1 622 706 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2007 Patentblatt 2007/04

(51) Int Cl.:
B01F 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04725681.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/003578

(22) Anmeldetag: **05.04.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/101126 (25.11.2004 Gazette 2004/48)

(54) **Mischvorrichtung und Mischverfahren das diese Vorrichtung verwendet**

Mixing device, and mixing method using that device

Dispositif de mélange et méthode de mélange utilisant ce dispositif

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB NL

• **SCHMALFELD, Jörg**
61352 Bad Homburg (DE)

(30) Priorität: **13.05.2003 DE 10321350**

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring**
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.2006 Patentblatt 2006/06

(73) Patentinhaber: **Lurgi Lentjes AG**
40549 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 397 894 DE-B- 1 189 368
DE-B- 1 255 098 DE-C- 29 394
US-A- 4 775 239 US-A- 5 791 779

(72) Erfinder:
• **WEISS, Hans-Jürgen**
61440 Oberursel (DE)
• **ZENTNER, Udo**
64347 Griesheim (DE)
• **NEUMANN, Burghard**
65795 Hattersheim (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0124, Nr. 21**
(C-541), 8. November 1988 (1988-11-08) & JP 63
151341 A (YASUNORI OBARA), 23. Juni 1988
(1988-06-23)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 622 706 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung sowie ein zugehöriges Mischverfahren zur Verwendung als kontinuierlich arbeitender Reaktor.

[0002] Diese kontinuierlich arbeitenden Reaktoren werden verwendet zur Aufarbeitung von z. B. Erdöl-Vakuumrückstand, Raffinerie Rückständen, Bitumen oder Kunststoffen, indem sie mit einem heißen kömigen Wärmeträger gemischt und auf die gewünschte Temperatur erhitzt werden.

[0003] Üblicherweise bestehen Mischvorrichtungen dieser Art aus mindestens zwei horizontal ineinandergreifenden Schnecken, die entsprechend den Anforderungen mit unterschiedlicher Länge und Durchmesser gebaut werden. Zur Erzielung bestimmter Eigenschaften, wie die Erhöhung der Umsetzungs- oder Reaktionsgeschwindigkeit oder die Maximierung von Produktausbeute und Produktqualität variiert man die Mischvorrichtung hinsichtlich der Feststoff-Verweilzeit, der Temperatur im Reaktor, oder des Systemdrucks.

[0004] In der DE-B-1189368 wird eine Conchiermaschine mit liegend angeordnetem Einfach- oder Doppeltzylindertrog beschrieben, bei der in der bzw. den Zylinderachsen mit Axial-Schubschaufeln versehene Hauptwellen gelagert sind. Weiter sind an den beiden Längsseiten des Troges über die Troglänge parallel zur Trogachse verlaufende, mindestens halbzyklindrische Ausbuchtungen vorgesehen, in deren Achse eine mit zu den Axial-Schubschaufeln um 90° versetzte Radial-Hubschaufeln versehene Seitenwelle gelagert ist, welche zum einen bis an die Innenwandung der Ausbuchtung heranreichenden, und die zum anderen in den Drehkreis der Hubschaufeln der Hauptwelle eingreifende, zwischen den Radial-Hubschaufeln und der Seitenwelle angeordnete Flügelsätze aufweist. Die Seitenwelle wird mit einer größeren Drehzahl als die Hauptwelle und gegenseitig zu dieser angetrieben. Durch diese Anordnung wird eine wirksame Durchlüftung und ein besserer Versalbungseffekt hervorgerufen.

[0005] In der DE-B-1255098 wird eine Vorrichtung zur thermischen Isomerisierung oder Disproportionierung von Alkalisalzen von Benzolcarbonsäuren beschrieben, die aus einem mit einem Ein- und Auslass versehenen Reaktorgefäß in Form von mindestens zwei Parallelen, einander überschneidenden Zylindern besteht, wobei die Zylinder je mit einer konzentrisch verlaufenden Welle versehen sind und diese Wellen mit einer Vielzahl von wendeltreppenartig axial durch Distanzringe voneinander getrennte Rührflügel ausgestattet sind, wobei die Flügel die Form langgestreckter, gegeneinander um 30° versetzte Platten aufweisen, deren Spitzenkreise diejenigen der Rührflügel benachbarter Wellen überschneiden.

[0006] In der DE-A-19724074 und in der DE-A-19959587 wird ein Verfahren zur Aufarbeitung von Rückstandsöl beschrieben, bei dem in das Mischwerk heißer Wärmeträger-Koks und durch eine weitere Leitung das zu verarbeitende Rückstandsöl eingeführt wird. Der Wär-

meträger-Koks weist Temperaturen im Bereich von 500° bis 700° C auf und wird mit dem Rückstandsöl durch mindestens zwei horizontale ineinandergreifende Schnecken so durchmischt, dass ein gleichmäßig dicker Ölfilm auf den Kokspartikeln entsteht. Dieser wird dann sehr schnell auf Reaktionstemperatur erhitzt und reagiert unter Bildung von Gasen, Öldämpfen und Koks. Gase und Dämpfe verlassen das Mischwerk nach einer kurzen Verweilzeit von 1 bis 10 Sekunden durch einen Abzugskanal nach oben.

[0007] Das kokshaltige Feststoffgemisch, welches das Mischwerk durchlaufen hat und am Austritt angekommen ist, wird zur weiteren Verarbeitung nach unten in einen Pufferbehälter zur Nachentgasung abgezogen.

[0008] Bei Mischern dieser Bauart wird versucht, eine möglichst gleiche Verweilzeit aller Feststoffpartikel, d.h. Pfropfenströmung zu erreichen. Das heißt, dass die Teilchen, die sich in der Nähe der Welle befinden, mit gleicher axialer Geschwindigkeit transportiert werden, wie die Teilchen, die sich am äußeren Umfang der Schnecke befinden. Gleichzeitig wird versucht, die Verweilzeit so einzustellen, dass der flüssige Einsatzstoff am Ende des Mixers vollständig in Gase, Dämpfe und Koks umgewandelt ist.

Aufgrund des Geschwindigkeitsprofils zwischen herkömmlichen Wellen und Gehäusewand und der damit verbundenen unerwünschten axialen Durchmischung haben die Partikel in diesen Mixern unterschiedliche Verweilzeiten in der Mischstrecke.

Die Verweilzeit kann durch eine Anpassung der Reaktorlänge, der Wellendrehzahl oder auch der Steigung der Schnecken variiert werden. Um einen möglichst großen Teil der Verweilzeit für die Reaktion zu nutzen, wird versucht, die Einmischzeit zu reduzieren, also die Zeit, die benötigt wird, um Wärmeträger und flüssigen Einsatzstoff vollständig zu vermischen. Idealerweise findet eine vollständige Vermischung bereits bei der Einleitung der Medien am Beginn der Mischstrecke statt. Dies ist aber bisher nicht zu erreichen. Nach dem bekannten Stand der Technik ist die vollständige Vermischung eines flüssigen Einsatzes erst nach dem Durchlaufen der halben Reaktorlänge erfolgt. Um die Verweilzeit zu erhöhen, wäre als Lösung ein längerer Reaktor eine extrem teure Lösung, da die Wellen und Schnecken aus hoch-warmfestem Stahl bestehen und einen Außendurchmesser von 0,8 bis 3 m sowie eine Länge von 6 bis 15 m haben. Zur Beeinflussung der mittleren Verweilzeit und der Verweilzeitverteilung kann die Steigung und die geometrische Anordnung der Mischwendeln variiert werden. Die Geschwindigkeit

des Feststoffes im Mischer ist abhängig von der Steigung und der Form der Mischwendel. Mit zunehmender Steigung der Mischwendel nimmt ganz allgemein die axiale Geschwindigkeit der Feststoffpartikel ab und die Verweilzeit zu.

[0009] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die bisherige Mischvorrichtung derart zu verbessern, dass bei vorge-

gebener Reaktorlänge die Verweilzeit vergrößert wird und dass das zu verarbeitende Material unabhängig von seiner radialen Entfernung von der Drehachse mit möglichst gleicher Geschwindigkeit transportiert wird.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei der eingangs genannten Mischvorrichtung dadurch gelöst, dass auf jeder Welle mindestens zwei gegenüberliegende Reihen von Schaufeln angeordnet sind und jede Reihe von Schaufeln aus 2 bis 20 einzelnen Schaufeln besteht und dass die Schaufeln in einem Anstellwinkel α zur Längsachse der Welle auf der Welle befestigt sind, wobei die Schaufeln in sich gekrümmt sind, so dass die Schaufeln am Befestigungspunkt an der Welle den Anstellwinkel α und am Außendurchmesser den Anstellwinkel β aufweisen. Dadurch, dass statt einer durchgehenden Schnecke eine Reihe von einzelnen Schaufeln verwendet werden, wird eine besonders effiziente Vermischung erreicht. Durch eine Krümmung der Schaufeln, wodurch sich mit zunehmendem Durchmesser ein unterschiedlicher Anstellwinkel zur Längsachse der Welle ergibt, kann die axiale Geschwindigkeit der zu mischenden Teilchen über den gesamten Reaktorquerschnitt vergleichmäßig werden.

Dadurch dass der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A der Schaufeln kleiner gehalten wird als der bisher übliche Wert von ca. $2 \cdot \alpha$, wird die axiale Strömungsgeschwindigkeit gleichmäßiger und nähert sich im Idealfall einer Pfropfströmung. Dadurch ergibt sich eine engere Verweilzeitverteilung.

Nimmt der Anstellwinkel der Schaufeln vom Fußpunkt auf der Welle D_W bis zum Außendurchmesser D_A kontinuierlich ab, reduziert sich die axiale Geschwindigkeit der zu mischenden Teilchen am Außendurchmesser D_A im Verhältnis zur axialen Geschwindigkeit am Durchmesser D_W der Welle. Unter der Voraussetzung, dass der Außendurchmesser D_A doppelt so groß ist wie der Durchmesser D_W ($D_A = 2 D_W$), wird über den gesamten Reaktorquerschnitt die gleiche axiale Geschwindigkeit erreicht, wenn der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A halb so groß ist, wie der Anstellwinkel α am Durchmesser D_W der Welle. Durch eine vielfache Unterbrechung der Wendel erhöht sich die Scherwirkung beim Transport des Feststoffes durch den Mischer. Die Mischintensität wird gesteigert und damit erfolgt die vollständige Vermischung nicht erst bei der halben Reaktorlänge, sondern bereits deutlich früher. Bei gleicher Reaktorlänge wird eine größere Verweilzeit für die chemische Reaktion erreicht, wodurch bei neuen Anlagen die Reaktorlänge entweder verkleinert oder alternativ die Reaktionszeit erhöht und damit die Reaktionstemperatur gesenkt werden kann.

[0011] Ausgestaltungsmöglichkeiten der Mischwellen werden mit Hilfe der Zeichnungen beispielhaft erläutert.

[0012] Dabei zeigt

- Fig. 1 ein Fließschema des Verfahrens
 Fig. 2 einen Schnitt durch eine Mischvorrichtung nach dem Stand der Technik

Fig. 3 eine einzelne Welle einer Mischvorrichtung nach der Erfindung

Fig. 4 eine Draufsicht auf die linke Stirnseite der Welle nach Fig. 3

5 Fig. 5 eine Detailansicht aus Fig. 3

Fig. 6 eine Darstellung der an einer Schaufel wirkenden radialen und axialen Geschwindigkeiten

[0013] In das Mischwerk (1) der Fig.1 führt man durch die Leitung (2) z.B. heißen Wärmeträger-Koks und durch die Leitung (3) das zu verarbeitende Rückstandsöl ein. Das Mischwerk (1) weist im vorliegenden Fall mindestens zwei horizontale, ineinander greifende Schnecken auf, welches die eingeleiteten Materialien vermischt und zum Auslasskanal (8) transportiert. Gase und Dämpfe können die Mischvorrichtung über den Abzugskanal (4) zur Kondensation (5) verlassen. Aus der Kondensation (5) zieht man getrennt Gase durch die Leitung (6) und Produktöl aus der Leitung (7) ab. Das kokshaltige Feststoffgemisch, welches die Mischvorrichtung (1) durchlaufen hat, wird durch den Auslasskanal (8) zu einem Behälter (9) geleitet. Aus diesem Behälter (9) kann der getrocknete Koks über Leitung (10) abgezogen und dem Verfahren wieder zugeführt werden. Statt der Weiterverarbeitung von Rückstandsöl mit Wärmeträgerkoks kann die Mischvorrichtung auch selbstverständlich zur Aufbereitung von z.B. Bitumen, Kunststoffen, Kohle, Torf oder Biomasse eingesetzt werden, wodurch sich die gesamte Anlagenkonfiguration ändern kann.

[0014] Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung einer Mischvorrichtung (1) nach dem Stand der Technik. In dieser Mischvorrichtung (1) sind zwei ineinander greifende Wellen (11, 14) als Hohlwellen ausgebildet, die gleichsinnig drehen. Jede Welle (11, 14) weist zwei Schnecken (12, 13, 15, 16) auf, die sich ohne Unterbrechung über die gesamte Länge der Welle erstreckt. Die zwei Schnecken einer Welle sind um 180° versetzt angeordnet.

[0015] Fig. 3 zeigt eine von mindestens zwei verwendeten Wellen nach der Erfindung. Auf der Welle (11) ist, statt einer durchgehenden Schnecke, eine Vielzahl von einzelnen Schaufeln (12a, 12b, 12c, ... 12m) in einer Schraubenlinie hintereinander angeordnet. Einer ersten Reihe von einzelnen Schaufeln (12a, 12b, 12c, ... 12m) ist auf der Welle (11) eine zweite Reihe von einzelnen Schaufeln (13a, 13b, 13c, ... 13m) um 180° versetzt zugeordnet. In dieser Darstellung besteht jede Reihe von Schaufeln aus 12 einzelnen Schaufeln. Mit der Beschreibung schrauben- oder schneckenförmige Anordnung ist jede gleichmäßige oder ungleichmäßige Anordnung der Schaufeln möglich, bei der sich die Schaufeln (12a bis 12m, 13a bis 13m) aneinandergereiht um die Welle (11) anordnen lassen und bei der ein problemloses Abwälzen der Wellen (11, 14) zueinander möglich ist. Die Anzahl der Schaufeln lässt sich variieren in Abhängigkeit von der Reaktorlänge, den Durchmesserverhältnissen von Welle zu Schaufel und den damit verbundenen Schaufelkrümmungen. Ebenfalls hat die Viskosität bzw. die Teilchengröße der zu mischenden Medien einen Ein-

fluss, da der Abstand der Schaufeln zueinander die Einmischzeit beeinflussen kann. Wie bei Gewinden ist eine einreihige oder eine mehrreihige Anordnung der Schaufeln möglich.

[0016] In Fig. 4 ist eine Draufsicht auf die linke Stirnseite der Welle von Fig. 3 dargestellt. Aus Gründen der Vereinfachung sind hier nur jeweils sechs Schaufeln (12a, 12b, 12c, ... 12f) und (13a, 13b, 13c, ... 13f) aus einer Reihe von Schaufeln dargestellt. Als Durchmesser D_W wird der Durchmesser der Welle (11) am Befestigungspunkt der Schaufeln bezeichnet und als Durchmesser D_A der Außendurchmesser der Welle (11) an den Schaufeln.

[0017] Fig. 5 zeigt den vergrößerten Ausschnitt "A" aus Fig. 3 mit den Anstellwinkeln einer einzelnen Schaufel (12a). Mit dem Winkel α wird der Anstellwinkel der Schaufel an der Welle bezeichnet. Dem Winkel α ist der Durchmesser D_W aus, Fig. 4 zugeordnet. Der Winkel β ist der Anstellwinkel der Schaufel (12a) am äußersten Durchmesser D_A . Es ist damit möglich, durch unterschiedliche Anstellwinkel der Schaufeln die axiale Geschwindigkeit der Medien über den Querschnitt der Mischvorrichtung zu beeinflussen. Unter der Voraussetzung, dass der Außendurchmesser D_A doppelt so groß ist wie der Durchmesser D_W , ist bei gleich großem Anstellwinkel ($\alpha = \beta$) die axiale Geschwindigkeit der zu mischenden Medien am Außendurchmesser D_A doppelt so groß wie am Durchmesser D_W der Welle (11). Wird der Anstellwinkel β der Schaufel am äußeren Umfang kleiner als der Anstellwinkel α am Befestigungspunkt der Schaufel, dann sinkt die axiale Geschwindigkeit am Außendurchmesser D_A auf ca. die Hälfte des ursprünglichen Wertes. Durch die Variation der Anstellwinkel α und β in Relation zu den Durchmessern D_W und D_A kann die axiale Geschwindigkeit der Teilchen über den Querschnitt des Mischwerkes vergleichmäßig werden, wodurch sich eine engere Verteilung der Verweilzeit ergibt. Die axiale Strömung nähert sich damit der erwünschten Pfropfenströmung.

[0018] Dies wird in Fig. 6 noch einmal verdeutlicht. Zur Vereinfachung wird wieder unterstellt, dass der Außendurchmesser D_A der Welle (11) an den Schaufeln doppelt so groß ist, wie der Durchmesser D_W der Welle (11) am Befestigungspunkt der Schaufeln $\rightarrow D_A = 2 D_W$.

[0019] Mit $D_W = 1.0$ m und einer konstanten Drehzahl von 20 Umdrehungen pro Minute beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Teilchen am Befestigungspunkt der Schaufeln $V_W = 1,05$ m/s. Dies ist damit auch die radiale Geschwindigkeit $V_{Wr} = 1,05$ m/s. Bei einem Anstellwinkel $\alpha = 16^\circ$ der Schaufel am Befestigungspunkt an der Welle ergibt sich eine axiale Geschwindigkeit der Teilchen von $V_{Wa} = 0,3$ m/s.

Mit $D_A = 2,0$ m und gleicher Drehzahl von 20 Umdrehungen pro Minute beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Teilchen am Außendurchmesser der Schaufeln $V_A = 2,09$ m/s. Dies ist damit auch die radiale Geschwindigkeit $V_{Ar} = 2,09$ m/s. Bei einem Anstellwinkel $\beta = 8^\circ$ der Schaufel am Außendurchmesser D_A der Welle ergibt sich die gleiche axiale Geschwindigkeit der Teilchen von $V_{Aa} =$

0,3 m/s. Selbstverständlich lässt sich die gleiche axiale Geschwindigkeit der Teilchen über den Querschnitt des Mischwerkes auch bei anderen Durchmesser- und anderen Anstellwinkeln realisieren.

Bezugszeichenliste:

[0020]

10	1	Mischwerk
	2	Leitung
	3	Leitung
	4	Abzugskanal
	5	Kondensation
15	6	Leitung
	7	Leitung
	8	Auslasskanal
	9	Behälter
	10	Leitung
20	11	Welle
	12	Schnecke
	12a bis 12m	Schaufeln
	13	Schnecke
	13a bis 13m	Schaufeln
25	14	Welle
	15	Schnecke
	16	Schnecke

30 Patentansprüche

1. Mischvorrichtung, insbesondere zur Verwendung als kontinuierlich arbeitender Reaktor, bestehend aus mindestens zwei rotierenden Wellen (11, 14), wobei auf jeder Welle (11, 14) mindestens zwei gegenüberliegende Reihen von Schaufeln (12a, ..., 13a, ..., 13m) angeordnet sind und jede Reihe von Schaufeln (12a, ..., 13a, ..., 13m) aus mindestens zwei einzelnen Schaufeln besteht und dass die Schaufeln in einem Anstellwinkel α zur Längsachse der Welle (11, 14) auf der Welle (11, 14) befestigt sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Schaufeln in sich gekrümmt sind, so dass die Schaufeln (12a, ..., 13a, ..., 13m) am Befestigungspunkt an der Welle (11, 14) den Anstellwinkel α und am Außendurchmesser, D_A den Anstellwinkel β aufweisen,

dass der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A maximal so groß ist, wie der Anstellwinkel α am Durchmesser D_W an der Welle,

dass der Anstellwinkel α vom Durchmesser D_W an der Welle (11, 14) kontinuierlich mit zunehmendem Durchmesser abnimmt und am Außendurchmesser D_A den kleineren Winkel β erreicht.

2. Mischvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei doppelt so großem Schau-

fel-Außendurchmesser D_A wie der Wellendurchmesser D_W am Befestigungspunkt der Schaufeln (12a, ..., 13a, ..., 13m), der Anstellwinkel β am Außendurchmesser D_A etwa halb so groß ist, wie der Anstellwinkel α am Durchmesser D_W an der Welle (11, 14).

3. Verfahren zum kontinuierlichen Mischen und Reagieren von flüssigen oder festen Einsatzstoffen mit festem körnigem Wärmeträger wie z. B. Koks oder einem geeigneten anderen Feststoff in einer Mischvorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axiale Geschwindigkeit der Medien am Durchmesser D_W an der Welle (11, 14) gleich groß ist wie am Außendurchmesser D_A .

Claims

1. Mixing device, in particular for use as a continuously working reactor, consisting of at least two rotating shafts (11, 14), wherein at least two opposite rows of paddles (12a, ..., 13a, ..., 13m) are disposed on each shaft (11, 14) and each row of paddles (12a, ..., 13a, ..., 13m) consists of at least two individual paddles, and that the paddles are fastened to the shaft (11, 14) at an angle of incidence α to the longitudinal axis of the shaft (11, 14),
characterised in that the paddles themselves are curved, so that the paddles (12a, ..., 13a, ..., 13m) exhibit the angle of incidence α at the fastening point on the shaft (11, 14) and the angle of incidence β at the outside diameter D_A ,
that the angle of incidence β at the outside diameter D_A is at most as large as the angle of incidence α at the diameter D_W at the shaft,
that the angle of incidence α continuously decreases from the diameter D_W at the shaft (11, 14) as the diameter increases and reaches the smaller angle β at the outside diameter D_A .
2. Mixing device according to Claim 1, **characterised in that**, given a paddle outside diameter D_A which is twice as large as the shaft diameter D_W at the fastening point of the paddles (12a, ..., 13a, ..., 13m), the angle of incidence β at the outside diameter D_A is approximately half as large as the angle of incidence α at the diameter D_W at the shaft (11, 14).
3. Method for continuously mixing and reacting liquid or solid feed materials with a solid granular heat transfer medium such as, for example, coke or another suitable solid in a mixing device according to Claims 1 and 2, **characterised in that** the axial speed of the media at the diameter D_W at the shaft (11, 14) is equal to that at the outside diameter D_A .

Revendications

1. Dispositif de mélange, destiné en particulier à être utilisé comme réacteur fonctionnant en continu, composé d'au moins deux arbres (11, 14) rotatifs, chaque arbre (11, 14) portant au moins deux rangées de pales (12a, ... 13a, ... 13m) se faisant face et chaque rangée de pales (12a, ... 13a, ... 13m) se composant d'au moins deux pales distinctes, et les pales étant fixées sur l'arbre (11, 14) selon un angle d'inclinaison α par rapport à l'axe longitudinal de l'arbre (11, 14), **caractérisé en ce que** les pales sont recourbées sur elles-mêmes, de sorte que les pales (12a, ... 13a, ... 13m) présentent au point de fixation sur l'arbre (11, 14) l'angle d'inclinaison α et sur le diamètre extérieur D_A l'angle d'inclinaison β ,
en ce que l'angle d'inclinaison β sur le diamètre extérieur D_A est au maximum aussi grand que l'angle d'inclinaison α sur le diamètre D_W au niveau de l'arbre,
en ce que l'angle d'inclinaison α sur le diamètre D_W au niveau de l'arbre (11, 14) diminue de façon continue avec l'augmentation du diamètre et atteint l'angle β plus petit sur le diamètre extérieur D_A .
2. Dispositif de mélange selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lorsque le diamètre extérieur des pales D_A est deux fois plus grand que le diamètre d'arbre D_W au point de fixation des pales (12a, ... 13a, ... 13m), l'angle d'inclinaison β sur le diamètre extérieur D_A représente la moitié environ de l'angle d'inclinaison α sur le diamètre D_W au niveau de l'arbre (11, 14).
3. Méthode pour le mélange et la mise en réaction en continu d'ingrédients liquides ou solides avec un caloporteur solide granulé tel que du coke ou un autre solide adéquat, dans un dispositif de mélange selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la vitesse axiale des fluides sur le diamètre D_W au niveau de l'arbre (11, 14) est la même que sur le diamètre extérieur D_A .

Fig. 1

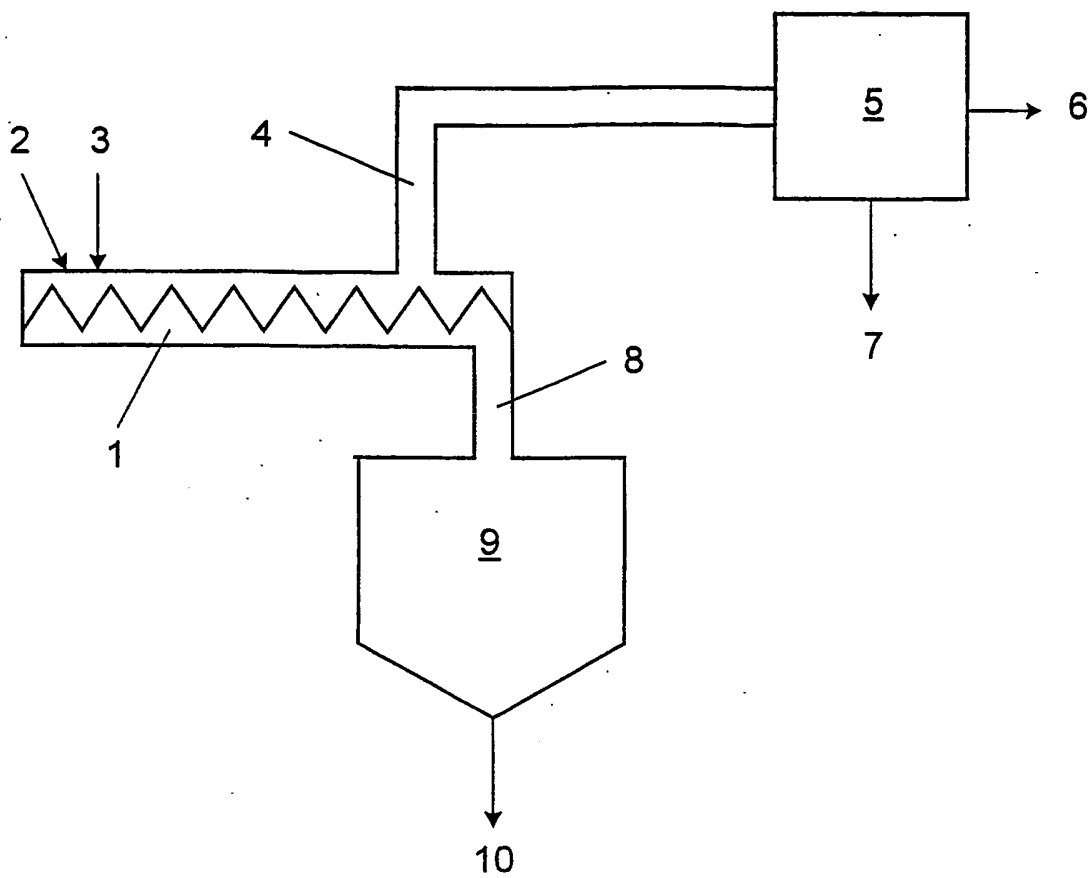


Fig. 2

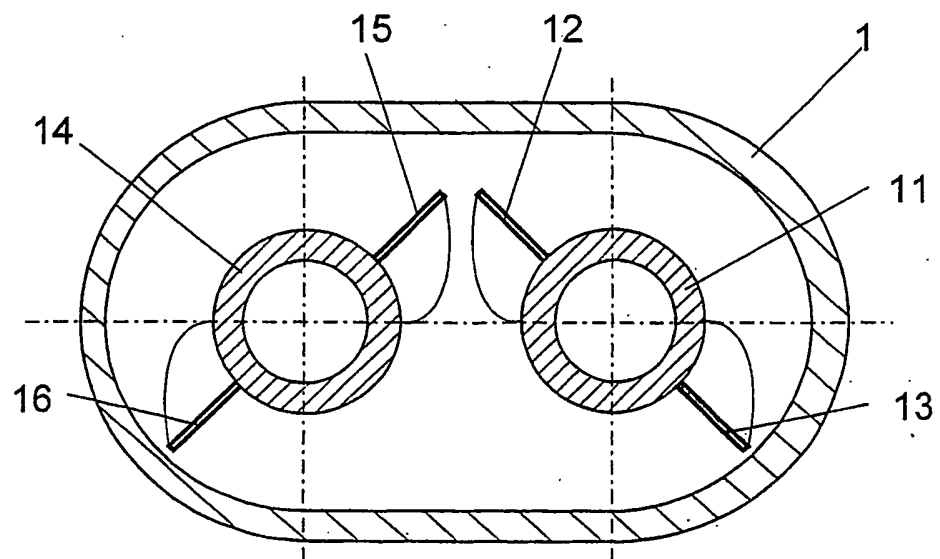


Fig. 3

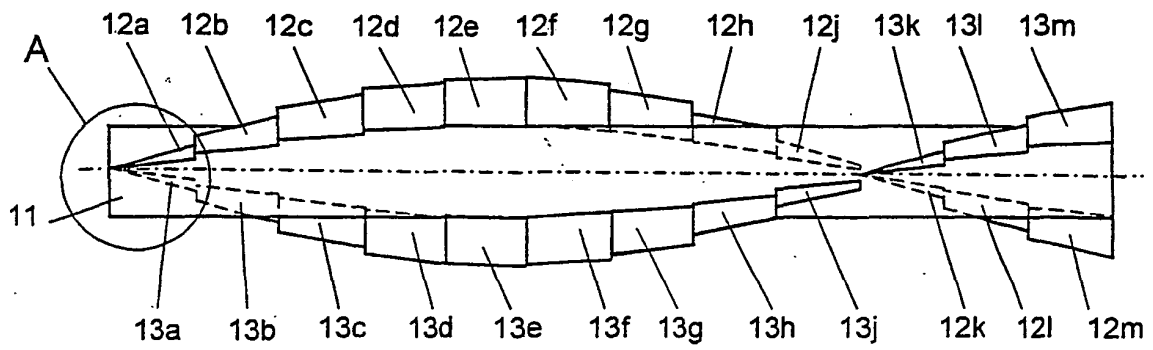


Fig. 4

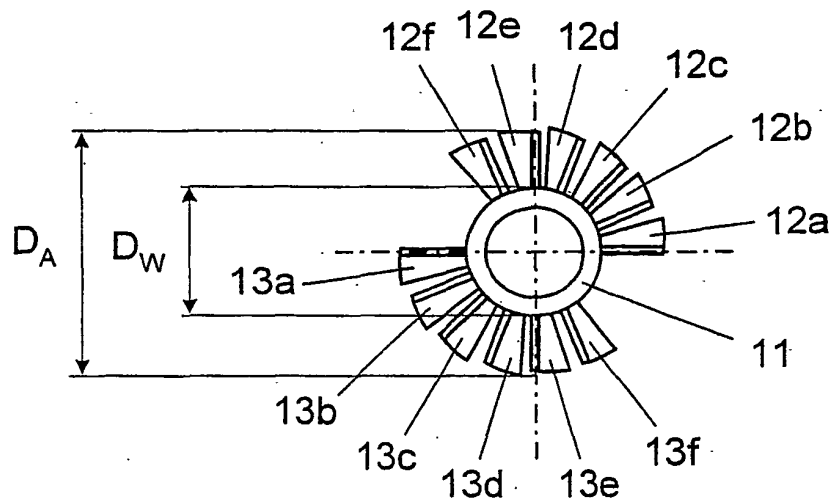


Fig. 5

Ansicht „A“

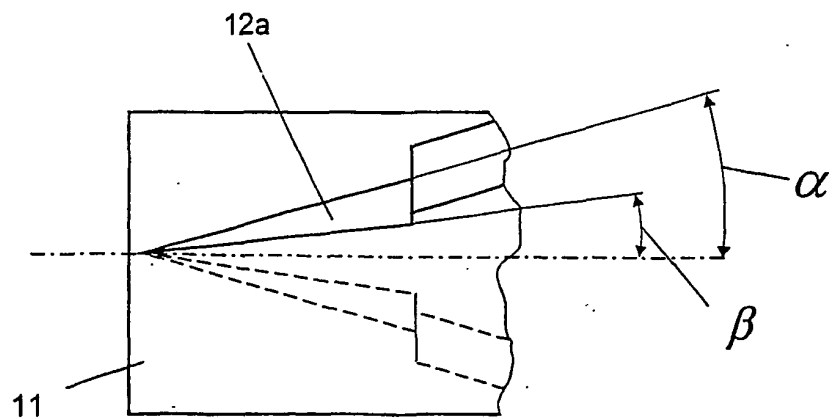


Fig. 6

