

⑫

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

⑬ Date de publication du fascicule du brevet: **07.12.88**

⑭ Int. Cl.<sup>4</sup>: **B 04 B 9/06, B 04 B 1/08**

⑮ Numéro de dépôt: **83401660.2**

⑯ Date de dépôt: **12.08.83**

⑰ **Centrifugeuse à récupération d'énergie.**

⑱ Priorité: **27.08.82 FR 8214702**

⑲ Date de publication de la demande:  
**04.04.84 Bulletin 84/14**

⑳ Mention de la délivrance du brevet:  
**07.12.88 Bulletin 88/49**

㉑ Etats contractants désignés:  
**DE FR GB IT SE**

㉒ Documents cités:  
**DE-A-1 532 676**  
**DE-A-2 545 754**  
**FR-A-1 455 032**  
**FR-A-2 343 509**  
**FR-A-2 361 942**  
**FR-A-2 379 320**  
**GB-A- 574 667**  
**GB-A-2 088 255**  
**US-A-2 747 793**  
**US-A-3 430 853**

㉓ Titulaire: **BERTIN & CIE**  
**Boîte Postale No. 3**  
**F-78370 Plaisir (FR)**

㉔ Inventeur: **Schlegel, Raymond Fernand**  
**171 avenue H. Barbusse**  
**F-92700 Colombes (FR)**  
Inventeur: **Bourassin, René Pierre**  
**20 rue Voltaire**  
**F-78640 Neauphle le Château (FR)**  
Inventeur: **Lapautre, Michel André**  
**1, rue du Belvédère Domaine de la Ronce**  
**F-92410 Ville d'Avray (FR)**

㉕ Mandataire: **de Boisse, Louis Arnaud**  
**CABINET de BOISSE 37, Avenue Franklin D.**  
**Roosevelt**  
**F-75008 Paris (FR)**

**EP 0 104 966 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

L'invention concerne une centrifugeuse à récupération d'énergie, plus particulièrement destinée à la séparation de liquides non miscibles de densités différentes et dans lesquels sont dispersées des particules solides, la centrifugeuse comportant deux tambours coaxiaux rotatifs, un dispositif d'évacuation des matières solides et un dispositif de récupération de l'énergie.

Les centrifugeuses industrielles destinées à la séparation d'émulsions de liquides ou de suspensions de matières solides dans des liquides sont des machines destinées à traiter en continu des débits importants. Outre leur prix élevé, la consommation importante d'énergie nécessaire à leur fonctionnement a beaucoup gêné leur développement et leur utilisation a été limitée aux industries chimiques et pétrolières dans lesquelles elles servent à la séparation de produits ayant une certaine valeur commerciale.

Lorsqu'il s'agit de produits de valeur négligeable tels que ceux contenus dans les effluents industriels, on se contente en général d'une séparation par décantation effectuée pendant des temps plus ou moins longs dans des cuves ou bassins. Les problèmes de pollution devenant de plus en plus aigus, la teneur en polluants des rejets, par exemple boues, émulsions ou suspensions d'huile ou de graisse, est progressivement abaissée et le respect de ces normes nécessitera l'utilisation de centrifugeuses à gros débit et dont les coûts de fonctionnement ne soient pas prohibitifs.

C'est ainsi que le brevet FR—A—1.455.032 décrit une centrifugeuse avec un séparateur à assiettes. Le séparateur à assiettes est solidaire d'un arbre qui tourne axialement dans un tambour extérieur lui-même en rotation. Le liquide à épurer traverse le séparateur du centre vers la périphérie.

Le séparateur à assiettes comporte en amont une hélice de préclarification et, à sa périphérie, une hélice qui lui est solidaire et qui transporte vers l'extrémité aval de la centrifugeuse les matières déposées sur le tambour extérieur. Le liquide purifié et les matières déposées sortent par des ouvertures prévues sur le tambour extérieur.

La centrifugeuse présente une longueur importante par suite de l'hélice de préclarification. L'énergie du liquide purifié n'est pas récupérée à sa sortie.

Le brevet US—A—2.741.793 décrit une centrifugeuse à axe vertical spécialement adaptée à des faibles débits et des liquides peu chargés, comme ceux des circuits d'huile de moteur. La centrifugeuse ne comporte qu'un tambour rotatif et l'extraction des matières séparées se fait par démontage. L'huile à épurer se déplace selon une direction centripète dans le séparateur à assiettes et le liquide épuré sort par des éjecteurs sous forme de jets tangentiels qui viennent frapper la paroi d'une chambre circulaire fixe. Le tourniquet à réaction de sortie permet de récupérer l'énergie

du liquide épuré ce qui soulage d'autant la pompe du circuit d'huile.

Une telle centrifugeuse ne permet pas de traiter des débits importants de liquides dont la concentration en impuretés après épuration doit être 100 fois inférieure à celle du liquide de départ.

La présente invention concentre un dispositif tel que visé au préambule de la revendication 1 (FR—A—1.455.032) et tel qu'exposé dans la revendication 1.

La centrifugeuse, selon l'invention, obvie aux inconvénients des centrifugeuses connues et permet le traitement de forts débits avec une consommation énergétique minimisée, tout en présentant des dimensions particulièrement réduites.

Elle comprend un rotor essentiellement constitué par un empilage d'assiettes de centrifugation tournant à grande vitesse entre deux tambours cylindriques coaxiaux, des moyens pour introduire et évacuer le liquide en continu, ledit liquide remplissant totalement l'espace interne du rotor, et des moyens pour l'extraction sélective des impuretés séparées.

Une première caractéristique de la machine est que dans l'intervalle entre le tambour cylindrique extérieur et le tambour intérieur, entraînés en rotation coaxiale de façon indépendante et respectivement munis de moyens d'évacuation des phases séparées, est disposé l'empilage d'assiettes qui tourne avec le tambour intérieur et qui est alimenté en liquide à épurer par une admission axiale et un rouet centrifuge.

Une autre caractéristique de l'invention est un dispositif de récupération de l'énergie du liquide évacué.

Ce dispositif comporte à la sortie du liquide épuré un rouet de sortie qui comprend des aubes solitaires du tambour intérieur et formant une turbine centripète, cette turbine étant suivie d'éjecteurs tangentiels solitaires du tambour extérieur et constituant un tourniquet à réaction, agencé de manière que la vitesse absolue de sortie du liquide épuré soit sensiblement nulle.

De la sorte, la turbine et le tourniquet restituent sous forme de couple-moteur la majeure partie du moment cinétique communiqué au liquide, ce qui permet de réduire, à la compensation des pertes de frottement, la puissance requise en régime continu pour le fonctionnement de la machine.

Les explications et figures données ci-après à titre d'exemple permettront de comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 représente en coupe longitudinale une centrifugeuse selon l'invention.

La figure 2 est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 1.

La figure 3 est une vue partielle en coupe radiale selon III—III de la figure 2.

La figure 4 est une vue partielle en coupe radiale selon IV—IV de la figure 2.

La figure 5 est un schéma de la composition des vitesses du fluide sortant d'un éjecteur du dispositif de récupération de l'énergie.

La figure 6 est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 1 d'un autre exemple de réalisation.

La centrifugeuse à axe horizontal, montrée sur les figures 1 à 4, comprend schématiquement un tambour intérieur A, un tambour extérieur B, un dispositif d'évacuation des matières solides C et un dispositif de récupération d'énergie D.

Le liquide à épurer pénètre côté amont par le raccord 1, équipé d'un assemblage tournant d'étanchéité 2, et prolongé par un manchon intérieur fixe 3, dans l'arbre creux 6 dont l'extrémité opposée se raccorde au tambour intérieur A.

L'arbre 4 est soutenu par un double palier à billes 5 entre les brides duquel est prévue une poulie 6 clavetée sur l'arbre et entraînée par une courroie (non représentée). L'arbre creux 4 est raccordé par un accouplement élastique étanche 7 à l'extrémité tubulaire 8 du tambour intérieur A. L'extrémité correspondante 9 du tambour extérieur B est supportée par un palier à billes extérieur 10 et comporte une poulie 11 qui permet son entraînement à une vitesse différente de celle du tambour intérieur. Un roulement à billes étanche 12 est disposé entre les tambours extérieur et intérieur. L'autre extrémité du tambour extérieur B est supportée par un palier à billes 13. L'extrémité correspondante du tambour intérieur A est maintenue par un roulement à billes étanche 14 disposé entre les tambours.

Le bol de centrifugation, formant la plus grande part du tambour extérieur B, est constitué d'un corps creux cylindrique prolongé côté amont par un flasque cylindroconique solidaire de son extrémité 9 supportée par le palier 10, et côté aval par une collerette évasée 15 portant une bride circulaire 16. Sur cette bride vient se fixer une tête 17 dont l'extrémité cylindrique 18 est supportée par le palier 13. La tête 17 porte intérieurement un fond conique mobile 19, qui coulisse de manière étanche d'une part, sur deux portées étagées 20, 21 prévues dans la partie de la tête voisine de la bride 16 et d'autre part, dans une fourrure tubulaire 22 rapportée dans la tête 17 (voir la vue à plus grande échelle de la figure 2).

La fond mobile 19 délimite d'une part avec la collerette évasée 15 une chambre à boue 23 et d'autre part avec la partie de la tête 17 intérieure à sa portée interne 21, une chambre de pression 24 alimentée par l'intermédiaire du canal 25 à partir d'un déversoir 26 qui sera décrit ultérieurement.

Comme montré sur la figure 3, la bride 16 du bol, plaquée sur la périphérie de la tête 17, n'est pas continue mais présente des bossages 27 régulièrement répartis tout autour de la bride, séparés par des passages 28 et traversés par des boulons de fixation 29.

Lorsque le fond mobile 19 est dans la position représentée sur les figures 1 et 2 se périphérie axialement plaquée contre une portée radiale interne de la bride 16 obture toute communication entre l'intérieur du bol et l'extérieur. Lorsque le fond 19 est déplacé vers la droite du dessin, se

périphérie découvre les passages 28, qui permettent par simple effet centrifuge la vidange de la chambre à boue 23.

Le tambour intérieur A est raccordé par son extrémité tubulaire 8 en bout de l'arbre creux 4 par lequel se fait l'introduction de l'effluent ou du mélange à traiter, qui parvient dans l'espace annulaire compris entre la surface extérieure 30 du tambour intérieure A et la paroi intérieure du tambour extérieur B par des canaux inclinés 31 formant rouet d'entrée. Comme représenté sur la figure 3, la surface extérieure 30 porte des nervures longitudinales 32 formant clavettes par lesquelles est entraîné en rotation un empilage d'assiettes coniques 33 (représenté partiellement). Ces assiettes de forme tronconique sont espacées les unes des autres par des entretoises radiales embouties ou rapportées 33a, leur espacement étant fonction de la taille des particules à séparer et du débit prévu. Les petites bases des assiettes sont dirigées vers l'aval dans le sens axial de circulation du liquide à traiter. L'empilage d'assiettes est maintenu côté amont par une platine 34 et côté aval par un presse-assiettes 35.

A la périphérie des assiettes est fixée, par l'intermédiaire de la platine 34, une vis de raclage 36. Cette vis est constituée par exemple par un profilé rectangulaire enroulé en hélice sur une cage 37 formée par l'assemblage d'anneaux périphériques 37a et de barrettes longitudinales 37b. Le diamètre extérieure de la vis 36 est légèrement inférieur au diamètre intérieur du bol B de manière qu'elle puisse racler les particules solides accumulées sur la paroi et les refouler axialement vers la chambre à boue 23, la progression résultant de la différence des vitesses de rotation entre le tambour intérieur A et le tambour extérieur B.

A l'extrémité aval du jeu d'assiettes 33 est prévu un rouet centripète radial 38 se présentant sous forme d'une enveloppe tronconique solidaire du presse-assiettes 35 à la surface de laquelle sont fixées des aubes 39 faisant saillie dans l'espace compris entre le presse-assiettes 35 et le fond mobile 19 du tambour extérieur B.

Le rouet 38 forme le premier étage du dispositif de récupération d'énergie D, dont le second étage est constituée par une série d'éjecteurs 40 formant tourniquet fixés sur la surface cylindrique 41 du tambour extérieur B prolongeant sa tête 17. Les éjecteurs 40 formés de blocs rapportés 42 reçoivent le fluide épuré par des canaux radiaux 43 (fig. 4) faisant communiquer avec l'intérieur du bol leurs buses d'éjection 44, dont l'axe est dirigé sensiblement tangentielle-ment par rapport à la surface cylindrique 41 de la tête 17 du tambour extérieur B. Les jets tangentiels issus des éjecteurs 40 atteignent une couronne d'aubes fixes 45, disposée entre deux flasques radiaux 46 rapportés dans la volute cylindrique 47 de sortie du liquide épuré. Cette volute est fixée au palier B de support de la centrifugeuse. Les aubes 45 sont avantageusement réglables en orientation pour conserver le moment cinétique résiduel et disposées selon

une spirale pour faciliter l'évacuation de fluide.

La récupération d'énergie cinétique s'explique comme suit:

L'alimentation de la centrifugeuse se faisant dans l'axe, la mise en rotation du liquide crée en tout point une surpression

$$\Delta P = \frac{\rho \omega^2 R^2}{2}$$

où  $\rho$  est la masse volumique du fluide,  $\omega$  la vitesse angulaire de rotation et  $R$  le rayon de giration au point considéré.

La pression est convertie en vitesse dans la buse 44 d'un éjecteur selon l'équation

$$W = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

où  $W$  est la vitesse relative du fluide par rapport à la buse. Si l'orientation et la section des buses sont convenablement choisies, la vitesse  $W$  ainsi créée est égale en module à la vitesse périphérique de rotation. La vitesse absolue du fluide  $\vec{V}_a$  par rapport à un référentiel extérieur à la machine, est la somme géométrique de la vitesse relative  $\vec{W}$  et de la vitesse d'entraînement  $\vec{V} = \omega R$  au point considéré:

$$\vec{V}_a = \vec{W} + \vec{V}.$$

Donc si  $\vec{W}$  et  $\vec{V}$  sont colinéaires, de sens opposés et de même module,  $\vec{V}_a$  est nulle et l'énergie cinétique résiduelle est entièrement récupérée. Pour des raisons pratiques, l'angle de sortie de l'éjecteur est choisi de sorte que la vitesse absolue soit faible, mais non nulle, pour faciliter l'évacuation (figure 5).

La partie centrale du tambour intérieur A présente une cavité cylindrique axiale 48 mise en communication avec l'extérieur du tambour par des orifices 49. Ces orifices permettent le passage du fluide le plus léger qui s'écoule le long de la paroi 30 extérieure et vient se rassembler sur la périphérie de la cavité 48 qui constitue un réservoir d'où un tube d'extraction 50 écope en permanence le fluide, maintenu par centrifugation contre la paroi, pour l'évacuer vers l'extérieur de la centrifugeuse.

Le dispositif d'évacuation des matières solides se compose comme précédemment décrit de la vis de raclage 36 et du dispositif hydraulique d'évacuation C dont une partie est constituée par le fond mobile 19.

Le déversoir 26 est formé d'une bague cylindrique 51 fixée sur la tête 17 et portant en saillie intérieure deux anneaux 52, 53, axialement espacés et de hauteurs inégales, l'anneau 52 ayant un diamètre intérieur inférieur à celui de l'anneau 53. L'anneau 52 délimite avec la face externe 54 de la tête 17 une première rigole 55 et avec l'anneau 53 une deuxième rigole 56. Une crosse d'alimentation en eau 57 passe dans les

ouvertures centrales des anneaux et débouche dans la première rigole 55, dont le fond communiqué par un canal 58 avec une chambre annulaire 59 située à la périphérie du fond mobile 19 entre les portées étagées 20, 21 de la tête 17 du tambour extérieure B. Cette chambre, munie d'un orifice de fuite calibré 60 débouchant dans un passage 28, reçoit en continu par la crosse fixe 57, la rigole 55 et le canal 58 un débit d'eau supérieur à celui s'écoulant par la fuite 60. L'eau excédentaire déborde de la première rigole en remplissant la seconde rigole 56. Un canal radial percé dans le fond de la chambre 56 communique par l'intermédiaire du canal 25 avec la chambre de pression 25 délimitée par le fond mobile 19 et la face interne 61 de la tête 17. Du fait de la rotation l'eau centrifugée exerce une pression suffisante contre le fond mobile 19 pour maintenir sa périphérie en butée axiale sur la portée radiale 62 de la bride 16, position dans laquelle il obture les passages 28 faisant communiquer la chambre à boue avec l'extérieur.

Lorsque l'on veut évacuer les boues accumulées dans la chambre à boue 23, on interrompt l'arrivée d'eau par la crosse 57. Les orifices de fuite 60 assurent la vidange de la chambre d'eau 59 et des orifices 63 judicieusement placés permettant la vidange de la chambre de pression 24. La pression interne au bol B agissant sur l'autre face du fond mobile 19, il se déplace vers la droite sur le dessin en découvrant les passages 28. Le fond 19 se referme lorsque le déversoir 26 est de nouveau alimenté.

Le fonctionnement de la centrifugeuse selon l'invention est ci-après décrit.

Le fluide à traiter entre en continu dans la centrifugeuse qu'il remplit totalement, par l'arbre creux axial 8 dans lequel il commence à acquérir une vitesse de rotation relativement faible. Une première mise en vitesse est effectuée lors du passage du fluide dans les canaux inclinés 31 du rouet d'entrée, reliant l'arbre creux à l'espace annulaire compris entre les tambours dans lequel tourne à grande vitesse l'empilage d'assiettes 33, latérale du tambour intérieur A. Le fluide à épurer traverse ensuite le jeu d'assiettes (flèches en trait fort) où s'effectue la séparation centrifuge et qui constitue un deuxième étage de mise en vitesse: de manière connue, le fluide à épurer est accéléré par viscosité dans les espaces séparant les assiettes 33 de sorte que les particules solides sont centrifugées contre la paroi du tambour externe B, tandis que le fluide le plus léger ainsi épuré, (flèches en trait interrompu) s'écoule axialement dans l'espace situé à la périphérie de l'empilement d'assiettes et est ramené vers l'axe en traversant le rouet centripète 38, qui récupère une partie de son énergie de rotation. Le fluide le plus léger, sous l'effet du champ centrifuge, migre (flèches en trait fin) vers la périphérie intérieure de chaque assiette et coalesce sous forme d'un film qui s'écoule vers l'axe de la centrifugeuse. Arrivé au bord intérieur de l'assiette, le film se divise en grosses gouttelettes qui sont captées très rapidement à la surface 30 du

tambour intérieur A et s'écoulent par les orifices 49 dans le réservoir 48 où il est récupéré par le tube d'écopage 50.

Le fluide le plus lourd, ainsi débarrassé, des particules solides et du fluide plus léger, parvient, après passage dans le rouet 38, dans l'extrémité tubulaire du fond mobile 19 et dans le canaux radiaux 43, aux éjecteurs 42 rapportés sur la tête 17 du tambour B qui assurent une très faible vitesse absolue de sortie du fluide et récupèrent ainsi son énergie cinétique résiduelle.

Les aubages fixes 45 et la volute 47 exploitent le reliquat d'énergie cinétique du fluide pour créer la légère pression nécessaire à son évacuation.

Selon un exemple de réalisation une centrifugeuse, selon l'invention, destinée au traitement des eaux de production pétrolière et en particulier à la séparation de l'émulsion huile/eau et particules solides, présente les caractéristiques suivantes:

Le débit est de 100 m<sup>3</sup>/h pour une concentration d'huile à l'entrée variant de 100 PPM à plus de 2000 PPM et en sortie inférieure ou égale à 20 PPM. Le pouvoir séparateur pour les gouttelettes en suspension d'un diamètre supérieur à 2 µm est total pour une différence de densité eau/huile de 0,15.

La vitesse de rotation de l'ensemble: tambour intérieur, porte-assiettes et vis est de 5000 t/mn et celle du bol extérieur de ±200 t/mn par rapport au tambour extérieur.

Le nombre d'assiettes est de 560 et l'espace interassiettes de l'ordre de 0,5 mm.

La centrifugeuse a une longueur de 2,5 mètres pour un diamètre de l'ordre de 0,70 m.

Le rendement de récupération est de l'ordre de 95% rapporté à la puissance cinétique transmise au fluide.

La dispositif d'évacuation des matières solides, à fond mobile, précédemment décrit peut présenter des inconvénients lorsqu'il est utilisé avec des chambres à boue de volume modéré. En effet, les temps d'ouverture ne peuvent être suffisamment courts, et une grande quantité de liquide est évacué avec les matières solides à chaque ouverture, ce qui provoque un déséquilibre dans l'écoulement des phase liquides.

La figure 6 montre un dispositif d'évacuation à clapets qui peut remplacer avantageusement le dispositif à fond mobile. Il présente également l'avantage d'une fabrication plus simple et de moindre coût.

Les éléments du dispositif identiques à ceux du dispositif précédemment décrit portent les mêmes références.

Ledit dispositif d'évacuation se compose comme précédemment décrit de la vis de raclage 36 et du dispositif hydraulique d'évacuation. La chambre à boue 23 est définie entre la paroi intérieure de la collerette évasée 15 et le fond fixe conique 64 formant la paroi intérieure de la tête 17. La bride 16 du bol, plaquée sur la périphérie de la tête 17, porte régulièrement répartis tout autour de la bride, des orifices radiaux 65 qui communiquent par des passages longitudinaux

66 avec des rainures radiales 67 formées dans la face de la bride 16. Les passages longitudinaux 66 reçoivent des douilles 68 dont une des extrémités forme le siège de clapets 69 prévus dans la périphérie de la tête 17.

Les canaux 58, prévus dans la tête 17, débouchent d'un côté dans la rigole 55, recevant de l'eau de la crosse d'alimentation 57, et de l'autre dans les chambres de clapet 70. Les parties mobiles des clapets 71 coulissent avec jeu dans des alésages 72 percés parallèlement à l'axe à la périphérie de la tête. Des passages étanches 73, montés sur les ouvertures libres des alésages, portent un filetage 74 recevant des butées à vis 75. Ces butées permettent de régler l'ouverture entre les corps mobiles des clapets et leurs sièges.

Le mode de fonctionnement du dispositif d'évacuation des boues à clapet est le suivant: l'eau arrivant par la crosse d'alimentation 57 se déverse dans la rigole 55 du déversoir 26 et est envoyée sous l'action de la force centrifuge, par le canal 58 dans la chambre de clapet 70. L'eau exerce une pression contre la face arrière du corps mobile du clapet et le maintient contre le siège 68 en fermant la communication entre la chambre à boue 23 et la rainure 67 débouchant à l'extérieure. Une partie de l'eau de la chambre 70 s'écoule autour du corps de clapet 71 vers l'extérieur par suite du jeu prévu entre alésage et corps mobile. Le surplus d'eau (par rapport à l'écoulement continu dû au jeu) arrivant dans la rigole 55 s'échappe par l'ouverture centrale de l'anneau 53 du déversoir 26.

Comme dans l'exemple précédent, lorsque l'on coupe l'alimentation en eau de la crosse 57, la pression exercée par les boues et le liquide contre le corps mobile du clapet n'est plus équilibrée par la pression dans la chambre de clapet 70 et il se produit une vidange qui est arrêtée par le rétablissement de l'alimentation en eau par la crosse 57.

L'explication ci-dessus a été donnée par rapport à un clapet. Les différents clapets répartis autour de la tête 17 fonctionnent simultanément de la même manière.

La fuite continue d'eau qui se produit par suite du jeu a pour but d'éviter le dépôt de solides qui pourrait provoquer le blocage du corps mobile dans son alésage.

Les sections d'évacuation des solides (5 à 10 mm<sup>2</sup>) sont choisies en fonction du volume de la chambre à boue et des vitesses d'écoulement pour obtenir des temps d'ouverture facilement contrôlables (10 à 30s) sans risque de perturber les écoulements de liquide.

La construction ci-dessus décrite est relativement plus simple que celle avec fond mobile. En effet le déversoir 26 ne comporte plus qu'une rigole 55, et n'est plus en communication avec la chambre 24. Les parties mobiles (clapets) sont protégées contre les accumulations de solides par une circulation continue d'eau.

Les boues s'accumulent dans la chambre 23 et lors de l'évacuation la compacité de la boue peut empêcher qu'une partie de cette boue située

entre deux orifices ne soit convenablement chassée. Elles forment alors des petits monticules qui risquent de perturber l'équilibrage de la centrifuge. Pour éviter cet inconvénient on a prévu à l'extrémité de la vis racleuse 36 et des aubes 39 des palettes racleuses 76 qui balayent la chambre 23 afin d'éviter les accumulations dissymétriques de solides pendant les phases de vidange.

## Revendications

1. Centrifugeuse industrielle à fort débit en rendement énergétique amélioré, pour l'épuration d'un liquide incluant en suspension des particules solides plus denses et/ou en émulsion des gouttelettes d'un fluide moins dense, du type comprenant un rotor essentiellement formé d'un empilage d'assiettes de centrifugation tournant à grande vitesse entre deux tambours cylindriques coaxiaux, des moyens pour l'introduction et l'évacuation du liquide en continu et des moyens pour l'extraction sélective des impuretés séparées, dans l'intervalle entre un tambour cylindrique extérieur (B) et un tambour intérieur (A), entraînés en rotation coaxiale de façon indépendante et respectivement munis de moyens d'évacuation des phases séparées, est disposé un empilage d'assiettes (33) tournant avec le tambour intérieur et alimenté en liquide à épurer à travers une admission axiale, caractérisée en ce que le liquide épuré sort dudit espace à travers un rouet de sortie constitué d'aubes (39) solidaires du tambour intérieur (A) et formant une turbine centripète, pous à travers des éjecteurs tangentiels (40) solidaires du tambour extérieur (B) et formant un tourniquet à réaction, agencé de manière que la vitesse absolue de sortie du liquide épuré soit sensiblement nulle, de sorte que ladite turbine et ledit tourniquet restituent sous forme de couple moteur la majeure partie du moment cinétique communiqué au liquide, et qu'en conséquence, la puissance motrice requise au régime continu est limitée à la compensation des pertes par frottement.

2. Centrifugeuse selon la revendication 1, dans laquelle le tourniquet à réaction dont les jets de liquide épuré issus des éjecteurs frappent des aubages fixes, caractérisée en ce que lesdits aubages (45) sont montés orientables et/ou disposés en spirale dans une volute (47) de révolution.

3. Centrifugeuse selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les moyens d'évacuation des particules solides comportant une vis de raclage (36) à la périphérie de l'empilage d'assiettes (3) amenant les particules accumulées sur la paroi du tambour extérieur (B) dans une chambre (23) en bout du tambour extérieur, caractérisée en ce que ladite chambre (23), périphérique débouche à l'extérieur par des passages radiaux (28) normalement obturés par la périphérie d'un fond axialement mobile (19) agencé en bout du tambour extérieur (B).

4. Centrifugeuse selon la revendication 3, caractérisée en ce que le fond mobile (19) et le

tambour extérieur (B) délimitent une chambre annulaire (59) débouchant à l'extérieur par un orifice calibré (60) de fuite et dans laquelle un débit supérieur d'eau ou autre liquide est introduit sous une pression suffisante pour maintenir ledit fond en position d'obturation.

5. Centrifugeuse selon la revendication 4, caractérisée en ce que la chambre annulaire (59) communique par un canal (58) avec le fond de rayon inférieur d'une rigole annulaire (55), agencée sur la paroi extérieure du tambour extérieur (B) et ouverte vers son axe, dans laquelle l'eau est déversée par une crosse fixe (57).

6. Centrifugeuse selon la revendication 5, caractérisée en ce que le fond mobile (19) et le tambour extérieur (B) délimitent une seconde chambre annulaire (24) intérieure à la première et débouchant à l'intérieur du tambour par des canaux (63) judicieusement disposés, dans laquelle est injectée sous pression par un canal (25) une fraction de l'eau ou autre liquide se déversant de la rigole (55) dans une rigole adjacente (56).

7. Centrifugeuse selon la revendication 6, caractérisée en ce que la chambre périphérique (23) débouche à l'extérieur par des passages normalement obturés par des dispositifs à clapet (66, 69) agencés dans la périphérie en bout du tambour extérieur (B).

8. Centrifugeuse selon la revendication 7, caractérisée en ce que les dispositifs à clapet (69) communiquent par un canal (58) avec une rigole annulaire (55), agencée sur la paroi extérieure du tambour (B) et ouverte vers son axe, dans laquelle l'eau est déversée par une crosse fixe (57).

9. Centrifugeuse selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'entre un corps mobile de clapet (71) et l'alésage (72), dans lequel il coulisse, est prévu un jeu permettant une fuite continue d'eau provenant de la rigole annulaire (55).

10. Centrifugeuse selon la revendication 3, caractérisée en ce que les moyens d'évacuation des particules solides comporte en outre des palettes racleuses (76) qui balayent la chambre périphérique (23) ménagée en bout du tambour extérieur (B).

11. Centrifugeuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens d'extraction de fluide moins dense comprennent des passages radiaux (49) traversant la paroi du tambour extérieur (A) et une crosse axiale fixe (50) écopant ledit fluide accumulé dans ledit tambour.

## Patentansprüche

1. Hochleistungs-Zentrifuge für industrielle Anwendungen mit einem verbesserten energetischen Wirkungsgrad, zur Reinigung einer Flüssigkeit, in der Feststoffpartikel einer größeren Dichte suspendiert und/oder Tröpfchen einer anderen, eine geringere Dichte aufweisenden Flüssigkeit emulgiert sind, deren Rotor im wesentlichen durch eine geschichtete Anordnung von Tellern zum Zentrifugieren gebildet wird, die sich mit

großer Geschwindigkeit zwischen zwei zylindrischen, zueinander coaxialen Trommeln drehen, mit Mitteln zum kontinuierlichen Einführen und Austragen der Flüssigkeit, mit Mitteln zum voneinander getrennten Abführen der abgetrennten Verunreinigungen, die im Zwischenraum zwischen einer zylindrischen äußeren Trommel (B) und einer inneren Trommel (A) angeordnet sind, welche Trommeln unabhängig voneinander angetrieben werden, eine coaxiale Drehbewegung ausführen und mit Mitteln zum Austragen der voneinander getrennten Phasen versehen sind, wobei die Anordnung von Tellern (33) sich mit der inneren Trommel (A) dreht und über einen axialen Zulauf mit der zu reinigenden Flüssigkeit beschickt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die gereinigte Flüssigkeit aus dem genannten Zwischenraum über eine Austrittsscheibe austritt, welche letztere durch zusammenhängend mit der inneren Trommel (A) ausgestaltete, eine Zentripetalturbine darstellende Schaufeln (39) gebildet wird, daß die Flüssigkeit anschließend über tangential gerichtete, zusammenhängend mit der äußeren Trommel (B) ausgestaltete, ein Reaktionsrad darstellende Düsen (40) abgeführt wird, daß das Reaktionsrad derart ausgelegt ist, daß die absolute Austrittsgeschwindigkeit der gereinigten Flüssigkeit im wesentlichen gleich Null ist, so daß der größte Teil des auf die Flüssigkeit übertragenen Impulsmomentes mittels der Zentripetalturbine sowie des Reaktionsrades als Drehmoment wiedergewonnen wird und demzufolge die für einen kontinuierlichen Betrieb erforderliche Antriebsleistung auf den Ausgleich von Reibungsverlusten beschränkt ist.

2. Zentrifuge nach Anspruch 1, bei welcher die aus den Düsen des Reaktionsrades austretenden, aus gereinigter Flüssigkeit bestehenden Flüssigkeitsstrahlen auf eine feste Beschaukelung treffen, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschaukelung einstellbar und/oder spiralförmig gewunden in einem Spiralgehäuse (47) angeordnet ist.

3. Zentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Mittel zum Austragen der Feststoffpartikel aus einer, am Umfang der Anordnung von Tellern (33) angeordneten Austragsschnecke (36) besteht, durch welche die sich an der Wandung der äußeren Trommel (B) ansammelnden Partikel in eine, am Ende der äußeren Trommel (B) befindliche Kammer (23) überführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (23) im Umfangsbereich über radial verlaufende, normalerweise durch den Umfangsteil eines axial beweglichen, am Ende der äußeren Trommel (B) angeordneten Bodenteils (19) verschlossene Durchlässe (28) in die Umgebung einmündet.

4. Zentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das bewegliche Bodenteil (19) und die äußere Trommel (B) eine Ringkammer (59) umgrenzen, die über eine genau bemessene Austrittsöffnung (60) in die Umgebung einmündet und wobei in die Ringkammer (59) eine solche Menge an Wasser oder einer anderen Flüssigkeit im Übermaß und unter einem solchen Druck eingebracht wird, daß das genannte Bod-

enteil (19) in einer Verschlussstellung gehalten wird.

5. Zentrifuge nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringkammer (59) über einen Kanal (58) mit dem Grundbereich einer Ringrille (55) in Verbindung steht, die auf der Außenwandung der äußeren Trommel (B) angeordnet ist und in Richtung auf deren Achse hin offen ist, wobei mittels eines fest angeordneten Einlaufs (57) Wasser in diese Ringrille (55) eingeleitet wird.

6. Zentrifuge nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das bewegliche Bodenteil (19) und die äußere Trommel (B) eine zweite Ringkammer (24) umgrenzen, die innerhalb der erstgenannten Ringkammer angeordnet ist, die über sinnvoll angeordnete Kanäle (63) ins Innere der Trommel einmündet, wobei in die zweite Ringkammer (24) ein Teil des Wassers oder der anderen Flüssigkeit unter Druck eingeführt wird, welches sich ausgehend von der Ringrille (55) in eine benachbarte Ringrille (56) ergießt.

7. Zentrifuge nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (23) über solche Durchlässe in die Umgebung einmündet, die normalerweise mittels Ventilanordnungen (66, 69), die am Umfangsteil am Ende der äußeren Trommel (B) angeordnet sind, verschlossen werden.

8. Zentrifuge nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilanordnungen (69) über einen Kanal (58) mit einer Ringrille (55) in Verbindung stehen, die auf der Außenwandung der Trommel (B) angeordnet ist, die in Richtung auf die Achse der Trommel (B) hin offen ist und in welche mittels eines festen Einlaufs (57) Wasser eingeleitet wird.

9. Zentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem beweglichen Teil eines Ventils (71) und der dieses gleitfähig aufnehmenden Bohrung (72) ein Spiel vorgesehen ist, welches einen kontinuierlichen Ausfluß des aus der Ringrille (55) herrührenden Wassers ermöglicht.

10. Zentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Austragen der Feststoffpartikel unter anderem aus Räum-schaukeln (76) bestehen, durch welche die am Ende der äußeren Trommel (B) befindliche Kammer (23) geräumt wird.

11. Zentrifuge nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Austragen der eine geringere Dichte aufweisenden Flüssigkeit aus radialen, die Wandung der inneren Trommel (A) durchdringenden Durchlässen (49) und einem festen, axial verlaufenden Auslaug (50) bestehen, durch welchen die in der genannten Trommel gesammelte Flüssigkeit abgeschöpft wird.

## Claims

1. High-output industrial centrifuge with improved energy efficiency, for purifying a liquid containing denser solid particles in suspension

and/or droplets of a less dense fluid in emulsion, of the type comprising a rotor essentially consisting of a stack of centrifuging dishes rotating at high speed between two coaxial drums, means for continuously introducing and discharging the liquid, and means for the selective extraction of the separated impurities, said centrifuge being provided, in the space between an outer cylindrical drum (B) and an inner drum (A), —which drums are independently driven in coaxial rotation and are respectively provided with means for the discharge of the separated phase—, with a stack of dishes (33) which rotates with the inner drum and which is fed with liquid to be purified through an axial inlet, characterized in that the purified liquid passes out of the said space through an outlet wheel composed of blades (39) fastened to the inner drum (A) and forming an centripetal turbine, and then through tangential ejectors (40) fastened to the outer drum (B) and forming a reaction turnstile arranged in such a manner that the absolute exit speed of the purified liquid will be substantially zero, so that the said turbine and the said turnstile restore in the form of a driving torque the major part of the kinetic moment imparted to the liquid, and that in consequence the driving power required under continuous operating conditions is limited to compensation for frictional losses.

2. Centrifuge according to claim 1, in which the ejectors of the reaction turnstile provide jets of purified liquid that impinge on fixed blades, characterized in that said blades (45) are mounted to be orientable and/or arranged in a spiral in a volute (47) of revolution.

3. Centrifuge according to claim 1 or 2, in which the means of extracting the solid particles comprise a scraper screw (36) which is situated on the periphery of the stack of dishes (3) and brings the particles that have accumulated on the wall of the outer drum (B), into a chamber (23) provided at the end of the outer drum, characterized in that said chamber is peripherally disposed and discharges to the outside by way of radial passages (28) normally closed by the periphery of an axially movable plate (19) situated at the end of the outer drum (B).

4. Centrifuge according to claim 3, characterized in that the movable plate (19) and the outer drum (B) bound an annular chamber (59) which leads to the outside through a calibrated

outlet aperture (60) and into which a greater flow of water or other liquid is introduced under a pressure sufficient to hold the said plate in the closed position.

5. Centrifuge according to claim 4, characterized in that the annular chamber (59) communicates through a channel (58) with the bottom, of smaller radius, of an annular gutter (55) provided on the outer wall of the outer drum (B) and open towards its axis, into which gutter the water is poured through a fixed pipe (57) shaped like a crozier.

6. Centrifuge according to claim 5, characterized in that the movable plate (19) and the outer drum (B) bound a second annular chamber (24) inside the first chamber and leading into the interior of the drum through judiciously disposed channels (63), into which second chamber a fraction of the water or other liquid flowing from the gutter (55) into an adjacent gutter (56) is injected under pressure by way of a duct (25).

7. Centrifuge according to claim 6, characterized in that the peripheral chamber (23) leads to the outside via passages normally closed by valve devices (66, 69) disposed in the periphery at the end of the outer drum (B).

8. Centrifuge according to claim 7, characterized in that the valve devices (69) communicate via a channel (58) with an annular gutter (55) provided on the outer wall of the drum (B) and open towards its axis, into which gutter the water is poured through a fixed pipe (57) shaped like a crozier.

9. Centrifuge according to claim 8, characterized in that a play is provided between a moving valve body (71) and the bore (72) in which it slides, the said play permitting a continuous exit of water coming from the annular gutter (55).

10. Centrifuge according to claim 3, characterized in that the means of extracting the solid particles comprise in addition scraper blades (76) which sweep the peripheral chamber (23) disposed at the end of the outer drum.

11. Centrifuge according to any one of the foregoing claims, characterized in that the means for extracting less dense fluid comprise radial passages (49) passing through the wall of the outer drum (A) and a fixed axial extraction tube (50) shaped like a crozier, scooping up the said fluid which has accumulated in the said drum.

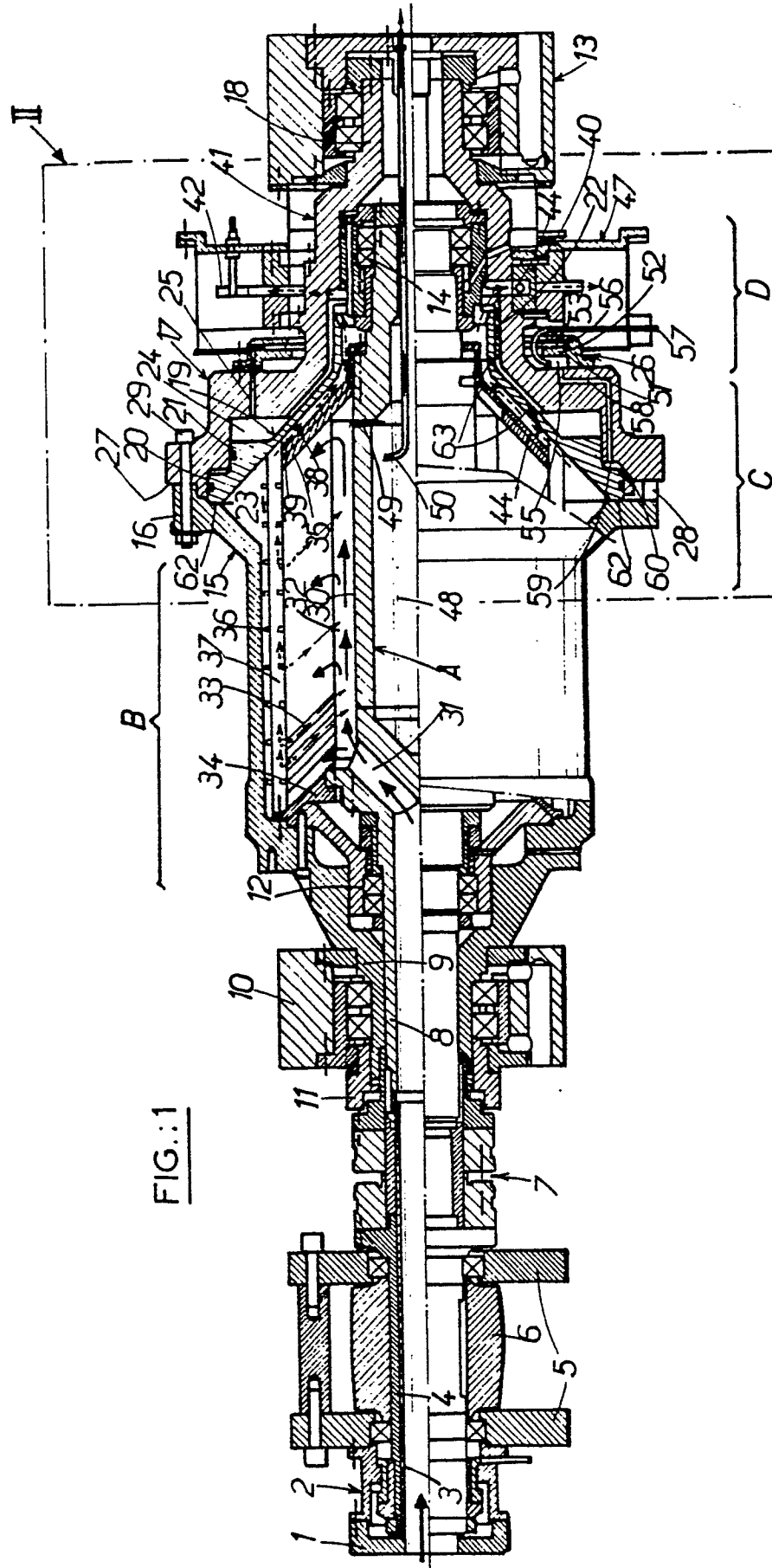
55

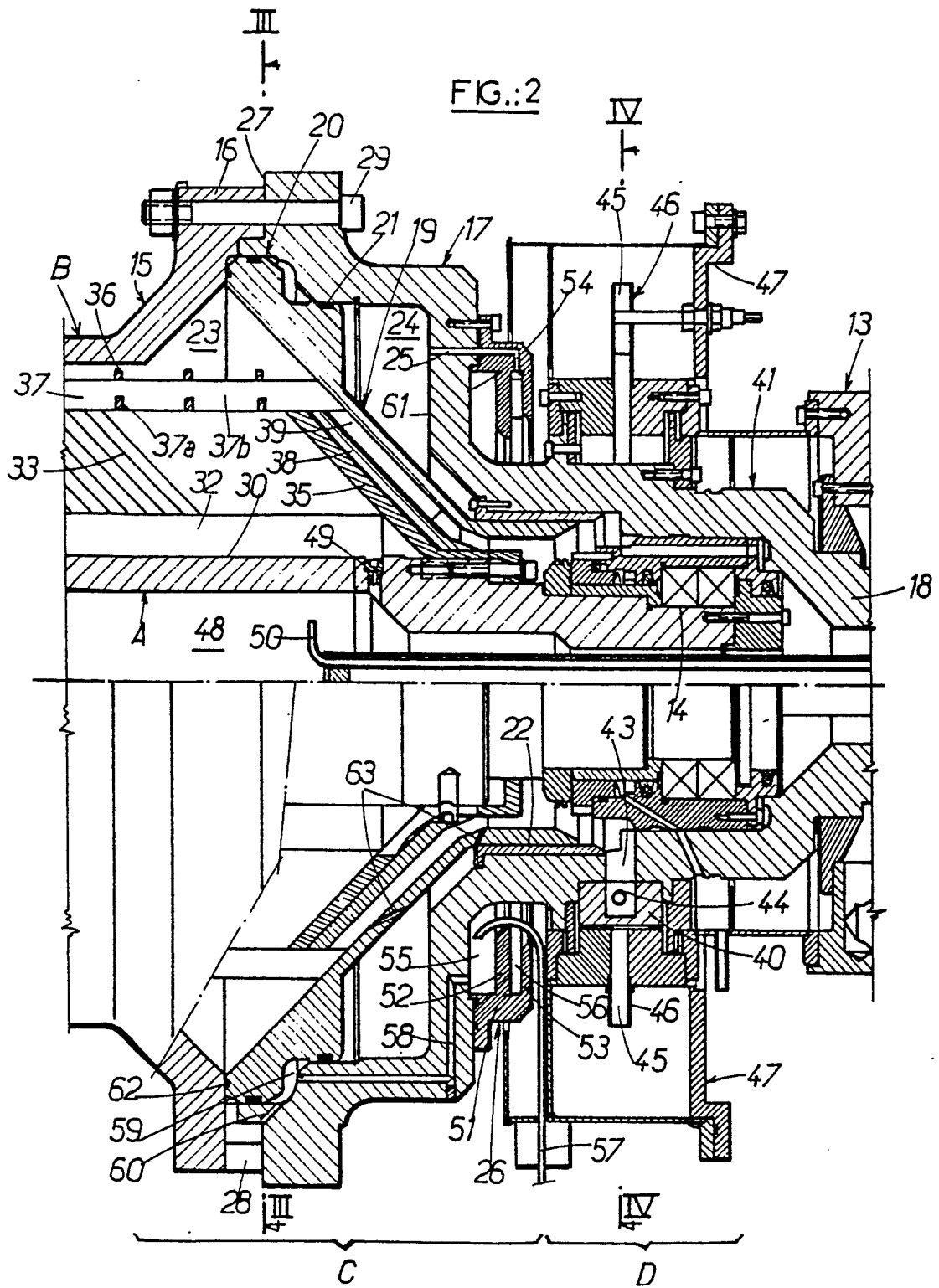
60

65

8







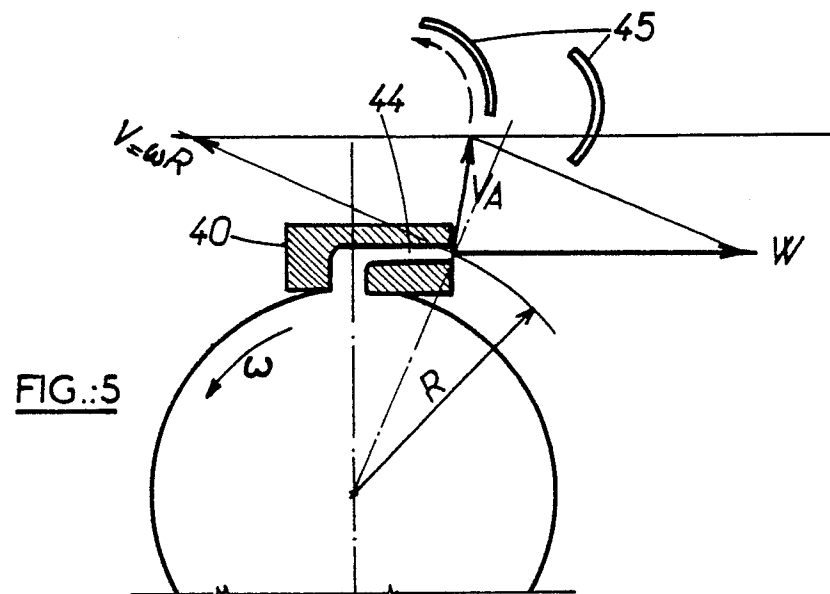
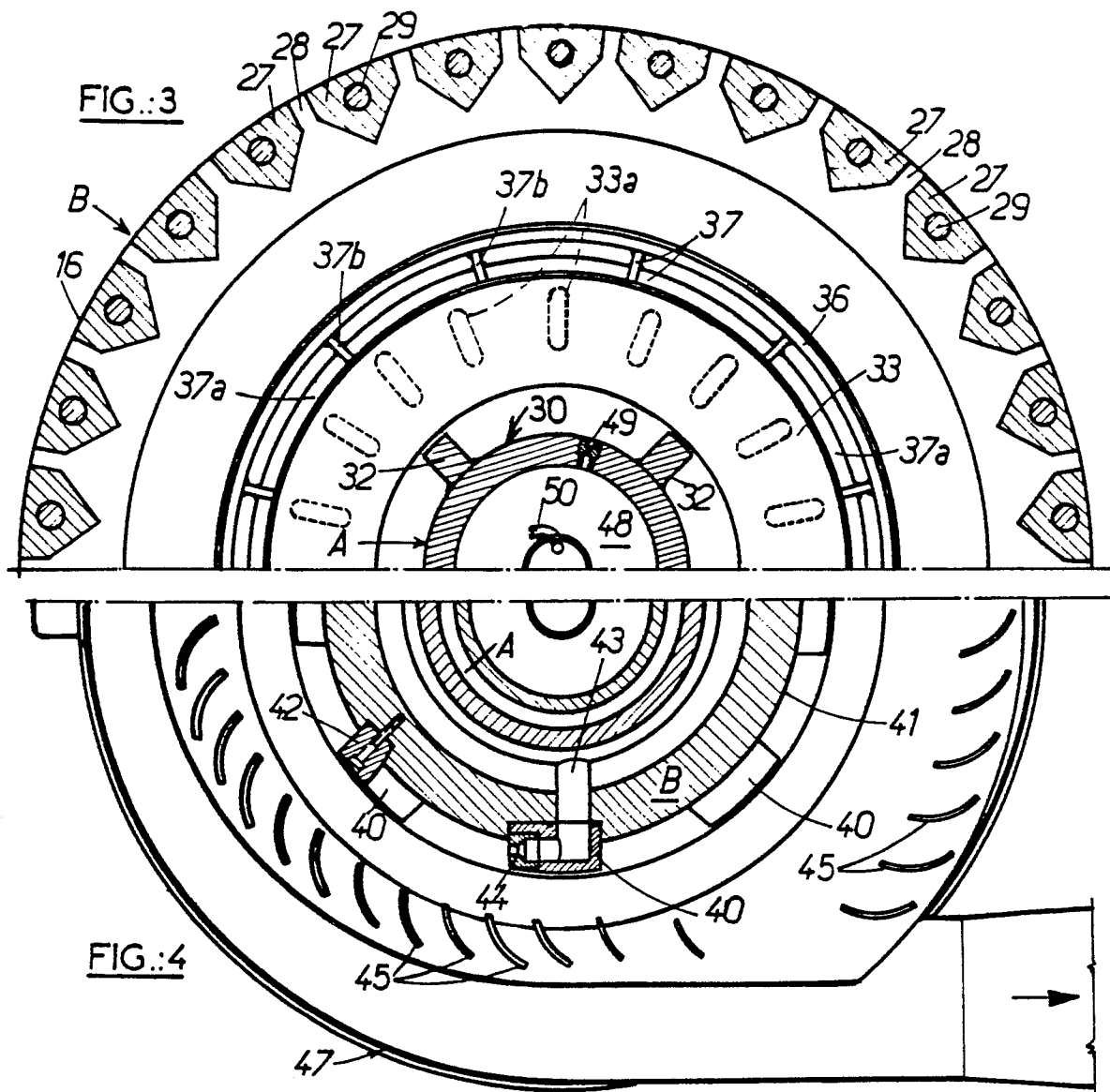


FIG.:6

