

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 588 564

②1 N° d'enregistrement national :

86 13592

⑤1 Int Cl⁴ : C 10 G 9/00.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 septembre 1986.

③0 Priorité : CS. 10 octobre 1985, n° PV 7258-85.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 16 du 17 avril 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : VYZKUMNY USTAV CHEMICKYCH ZARIZENI BRNO. — CS.

⑦2 Inventeur(s) : Petr Veseky, Lubos Fiedler et Pavel Jenicek.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Pierre Herrburger (anciennement Bert de Keravenant et Herrburger).

⑤4 Appareil pour le cracking (ou craquage) d'hydrocarbures gazeux ou liquides.

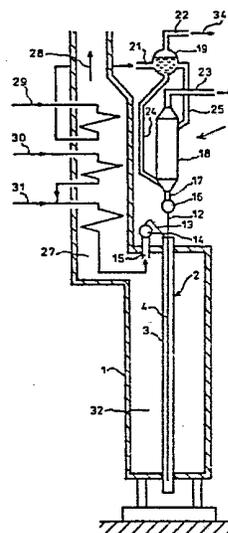
⑤7 a. Appareil pour le cracking (ou craquage) d'hydrocarbures gazeux ou liquides.

b. Appareil caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) un distributeur relié au bloc d'alimentation par une conduite, et aux orifices d'entrée supérieurs du groupe de réacteurs de cracking par des tuyaux d'entrée, l'intérieur de ces tuyaux d'entrée communiquant avec l'espace libre entre les tuyaux extérieur et intérieur de l'un des réacteurs,

(b) un collecteur relié à un échangeur de chaleur par une conduite de sortie, et aux orifices de sortie supérieurs du groupe de réacteurs par des tuyaux de sortie, l'intérieur de ces tuyaux communiquant avec l'intérieur du tuyau intérieur de l'un des réacteurs,

(c) l'invention concerne un appareil pour le cracking (ou craquage) d'hydrocarbures gazeux ou liquides.



FR 2 588 564 - A1

D

"Appareil pour le cracking (ou craquage) d'hydrocarbures gazeux ou liquides"

L'invention concerne un appareil pour le craquage (généralement désigné par le mot cracking) d'hydrocarbures gazeux ou liquides, de manière à produire des oléfines plus légères et, en particulier, de l'éthylène ou autres produits utilisés dans l'industrie. L'appareil est plus particulièrement destiné à la mise en oeuvre d'un procédé de pyrolyse des hydrocarbures effectué à une température de réaction relativement élevée et pendant un temps de contact très court.

Le procédé de pyrolyse des hydrocarbures gazeux ou liquides présentant un point d'ébullition de 360°C, est généralement mis en oeuvre en présence de vapeur de dilution dans un four à pyrolyse où la chambre de réaction convenable est constituée par un ou plusieurs réacteurs de cracking placés dans la chambre de rayonnement du four et chauffés par le rayonnement thermique de brûleurs sans flamme. Après avoir quitté le réacteur de cracking, les produits gazeux de la réaction, c'est-à-dire les gaz de pyrolyse, sont refroidis au-dessous de la température critique de 600°C pour éviter les réactions secondaires indésirables qui réduiraient le rendement de production du produit. Le refroidissement se fait dans des échangeurs de chaleur dans lesquels la chaleur des gaz de pyrolyse est utilisée pour la production de vapeur haute pression.

Les gaz non utilisés passent de la chambre de rayonnement vers une section de convection où leur chaleur résiduelle est utilisée pour préchauffer la matière première d'alimentation, la vapeur de dilution, l'air de combustion, l'eau d'alimentation des échangeurs de chaleur haute pression, et pour surchauffer la vapeur haute pression produite dans ces échangeurs.

Les réacteurs de cracking sont généralement réalisés sous la forme de tubes en hélice placés dans une position verticale ou horizontale à l'intérieur de la chambre de rayonnement du four à pyrolyse. L'appareil de ce type permet d'effectuer la pyrolyse à une température de 700 à 800°C pendant un temps de contact de 0,3 à 1,0 seconde. Il est également connu des appareils dans lesquels le four à pyrolyse contient un groupe de tubes droits de relativement petit diamètre situés dans une position verticale à l'intérieur de la chambre de rayonnement du four à pyrolyse et munis d'orifices d'entrée inférieurs et d'orifices de sortie supérieurs. Un appareil de ce type permet de mettre en oeuvre ce qui est appelé une pyrolyse milliseconde dans laquelle la réaction proprement dite se fait pendant un temps de contact inférieur à 0,3 seconde et à une température relativement élevée influençant favorablement la qualité du produit et son rendement de production.

Dans un autre appareil connu, la pyrolyse milliseconde est effectuée dans des fours à pyrolyse contenant au moins un groupe de réacteurs de pyrolyse à deux tuyaux allongés munis d'orifices d'entrée supérieurs et d'orifices de sortie supérieurs. Chaque réacteur est constitué d'un tuyau extérieur et d'un tuyau intérieur dirigé coaxialement vers le bas à l'intérieur du tuyau extérieur, un certain jeu étant prévu entre la surface intérieure du tuyau extérieur et la surface extérieure du tuyau intérieur. Vers l'extré-

mité inférieure ouverte du tuyau intérieur est montée une cloison de séparation munie d'une rainure semi-annulaire, cette cloison fermant le tuyau extérieur par le dessous et inversant le courant descendant d'hydrocarbures passant de l'orifice d'entrée dans le tuyau intérieur, pour le transformer en un courant ascendant allant vers l'orifice de sortie en passant par l'espace libre ménagé entre le tuyau extérieur et le tuyau intérieur. La partie supérieure de chaque réacteur de cracking sort du four à pyrolyse et se trouve entourée par un échangeur de chaleur à deux tuyaux servant de bloc de préchauffage de la matière première d'alimentation et, en même temps, de bloc de refroidissement des gaz de pyrolyse.

L'avantage de cette disposition est que la partie du réacteur de cracking qui est située dans la chambre de rayonnement présente une faible hauteur, et qu'il est possible d'utiliser le transfert de chaleur entre le courant ascendant et le courant descendant d'hydrocarbures en plus de la chaleur produite par les brûleurs sans flamme. Par contre, la partie supérieure du réacteur de cracking servant d'échangeur de chaleur est relativement compliquée et présente une hauteur relativement grande. De plus, le développement du chauffage du matériau traité n'est pas satisfaisant, car il est moins intense dans la première phase de la réaction que dans l'autre. De ce fait également, la distribution des températures à la surface des différentes parties du réacteur n'est pas favorable et réduit la durée de vie de l'appareil.

Le but de l'invention est d'utiliser les caractéristiques favorables des réacteurs de cracking à double tuyau connus tout en évitant leurs inconvénients indiqués ci-dessus.

A cet effet, l'invention concerne

un appareil pour le cracking d'hydrocarbures, gazeux ou liquides, comprenant un four à pyrolyse contenant au moins un groupe de réacteurs de cracking à doubles tuyaux allongés verticaux, un bloc d'alimentation des réacteurs de cracking en vapeur et en hydrocarbures ou en mélange d'hydrocarbures, et des moyens comprenant au moins un échangeur de chaleur pour refroidir les gaz de pyrolyse chauds après qu'ils aient quitté les réacteurs de cracking, chaque réacteur de cracking étant constitué par un tuyau extérieur et un tuyau intérieur et comportant un orifice d'entrée supérieur relié au bloc d'alimentation et un orifice de sortie supérieur relié au bloc de refroidissement, le tuyau intérieur présentant une extrémité inférieure ouverte et s'étendant coaxialement vers le bas à l'intérieur du tuyau extérieur, avec un espace libre ménagé entre la surface intérieure du tuyau extérieur et la surface extérieure du tuyau intérieur, des moyens étant utilisés pour fermer le tuyau extérieur par le dessous et pour inverser le courant descendant d'hydrocarbures dans le réacteur de cracking de manière à le transformer en un courant ascendant, des moyens de tuyauterie étant utilisés pour relier les orifices d'entrée des réacteurs de cracking au bloc d'alimentation et les orifices de sortie de ces réacteurs de cracking aux moyens de refroidissement, appareil caractérisé en ce que les moyens de tuyauterie comprennent :

a) au moins un distributeur relié au bloc d'alimentation par au moins une conduite d'alimentation, et aux orifices d'entrée supérieurs d'au moins un groupe de réacteurs de cracking par un certain nombre de tuyaux d'entrée, l'intérieur de chacun de ces tuyaux d'entrée étant en communication avec l'espace libre ménagé entre le tuyau extérieur et le tuyau intérieur de l'un des réacteur de cracking,

b) au moins un collecteur relié à au moins un échangeur de chaleur par au moins une conduite de sortie, et aux orifices de sortie supérieurs d'au moins un groupe de réacteurs de cracking par un certain nombre de tuyaux de sortie, l'intérieur de chacun de ces tuyaux de sortie étant en communication avec l'intérieur du tuyau intérieur de l'un des réacteurs de cracking.

Dans différentes formes de réalisation de l'invention, les tuyaux extérieurs sont alignés verticalement avec les tuyaux intérieurs ; les tuyaux d'entrée sont fixés tangentiellement à la périphérie des tuyaux extérieurs ; des lames transversales sont montées dans les espaces libres entre les tuyaux extérieurs et les tuyaux intérieurs, ces lames étant, de préférence, disposées en hélice ; et certains des tuyaux d'entrée sont munis de soupapes d'étranglement ou leur diamètre intérieur est réduit comparativement à celui des autres tuyaux d'entrée.

Dans l'appareil selon l'invention, comme la matière première d'alimentation est amenée dans l'espace libre ménagé entre le tuyau extérieur et le tuyau intérieur, de meilleures conditions sont offertes pour transférer la chaleur à la matière traitée et pour obtenir une réaction de détrempe dans le tuyau intérieur avant le refroidissement des gaz de pyrolyse dans l'échangeur de chaleur haute pression. De bonnes conditions sont également créées pour vaporiser et préchauffer la matière première d'hydrocarbures entrant en réaction. D'autres avantages sont constitués par un temps de contact très court de la matière première d'alimentation dans les réacteurs de cracking, une faible chute de pression, une rigueur de cracking élevée, et une longue durée de service résultant d'un dépôt de coke très faible dans les tuyaux. La structure de l'appareil étant relativement simple, les coûts néces-

saires d'investissement et de matière première sont plus faibles. La répartition favorable des températures à la surface des différentes parties des réacteurs de cracking permet de garantir une durée de vie relativement longue de l'appareil.

La disposition générale de l'appareil selon l'invention n'est pas très différente de celle d'un appareil classique. Par suite, il est possible d'appliquer l'invention à la refonte et à la modernisation d'installations existantes sans qu'il soit nécessaire de modifier leur structure de support, leur section de convection et leur section de refroidissement.

L'invention sera décrite plus en détails ci-après, à titre d'exemples, en se référant aux dessins ci-joints dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de côté schématique illustrant un appareil muni d'un groupe de réacteurs de cracking ;
- la figure 2 est une vue de face de ce même appareil ;
- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale illustrant un réacteur de cracking auquel sont branchés les éléments de tuyauterie associés ;
- la figure 4 est une vue en coupe du réacteur de cracking suivant la ligne I-I de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue en coupe du réacteur de cracking suivant la ligne II-II de la figure 3 ; et
- la figure 6 est une vue de face schématique illustrant un appareil à quatre groupes de réacteurs de cracking.

Comme indiqué par les figures 1 et 2, l'appareil selon l'invention comporte un groupe

de réacteurs de cracking 2 disposés sur une seule ligne à l'intérieur d'une chambre de rayonnement 32 d'un four à pyrolyse 1. La chambre de rayonnement 32 est équipée de brûleurs sans flamme (non représentés), et l'intérieur de cette chambre est relié à l'intérieur d'une section de convection 27. Comme indiqué par les figures 3, 4 et 5, chaque réacteur de cracking 2 est constitué d'un tuyau extérieur 3 et d'un tuyau intérieur 4 descendant coaxialement à l'intérieur du tuyau extérieur 3 et comportant une extrémité inférieure ouverte 8. Entre la surface intérieure du tuyau extérieur 3 et la surface extérieure du tuyau intérieur 4 se trouve un espace libre dans lequel des lames transversales 9 sont disposées en hélice.

L'espace libre entre les tuyaux est fermé sur le dessus par un capot supérieur 7. La partie inférieure de l'espace libre est reliée à une chambre libre située sous l'extrémité ouverte 8 du tuyau intérieur 4 en face de laquelle est placée une cloison 5 munie d'une rainure semi-circulaire 6, ce qui permet de fermer par le dessous l'intérieur du tuyau extérieur 3. Chaque réacteur de cracking 2 comporte un orifice d'entrée supérieur 10 et un orifice de sortie supérieur 11. L'orifice d'entrée 10 du réacteur de cracking 2 est situé au voisinage du capot supérieur 7 et est relié à l'extrémité d'un tuyau d'entrée 13 fixé tangentiellement à la périphérie du tuyau extérieur 3. Le tuyau d'entrée 13 est courbé pour compenser les effets de la dilatation thermique. La sortie 11 du réacteur de cracking 2 est située au centre du capot supérieur 7 entre le tuyau intérieur 4 et un tuyau de sortie 12 aligné verticalement avec le tuyau intérieur 4 et faisant partie intégrante de celui-ci.

Tous les tuyaux d'entrée 13 sont reliés à un distributeur 14 se présentant sous la forme

d'un tube horizontal relié, par une conduite d'alimentation unique 15, à une tuyauterie traversant la section de convection 27 et branché à une unité (non représentée) d'alimentation en matière à traiter. Tous
5 les tuyaux de sortie 12 sont reliés à un collecteur 16 se présentant sous la forme d'un tube horizontal et relié, par une conduite de sortie unique 17, à la partie inférieure d'un échangeur de chaleur 18 constituant la partie essentielle d'une section de cracking 26. La
10 partie supérieure de l'échangeur de chaleur 18 est munie d'un tuyau de sortie 23. L'échangeur de chaleur 18 est, en outre, relié, par un tuyau descendant 24 et un tuyau ascendant 25, à un ballon de séparation eau-vapeur 19 muni d'un tuyau d'eau 21 et d'un tuyau de
15 vapeur 22.

En se référant maintenant à la figure 1, il est maintenant décrit un procédé de pyrolyse mis en oeuvre dans l'appareil selon l'invention. La matière première d'alimentation, c'est-à-dire
20 les hydrocarbures, est envoyée dans la section de convection 27 où elle est préchauffée par les gaz non utilisés 28 venant de la chambre de rayonnement 32. Après avoir été mélangée à la vapeur de dilution 31, la matière première est préchauffée une nouvelle fois dans la
25 section de convection 27. Ensuite, le mélange passe par la conduite d'alimentation 15 pour pénétrer dans le distributeur 14 qu'il quitte ensuite pour passer dans les tuyaux d'entrée 13 et pénétrer dans les réacteurs de cracking 2. Dans le réacteur de cracking 2, le mélange
30 s'écoule vers le bas, à partir de l'orifice d'entrée 10, en passant dans l'espace libre ménagé entre le tuyau extérieur 3 et le tuyau intérieur 4 pour atteindre la cloison 5, puis, après avoir été inversé dans la direction opposée par la rainure semi-annulaire 6, le mélange
35 remonte sous forme de gaz de pyrolyse en passant à

l'intérieur du tuyau intérieur 4 pour atteindre l'orifice de sortie 11.

Pendant le passage du mélange dans l'espace libre ménagé entre le tuyau extérieur 3 et le tuyau intérieur 4, le cracking des hydrocarbures se fait sous l'action de la chaleur de la chambre de rayonnement 27 transmise au mélange à travers la paroi du tuyau extérieur 3, et sous l'action de la chaleur des gaz de pyrolyse chauds transmise à travers la paroi du tuyau intérieur 4. L'intensité du transfert de chaleur est augmentée par la turbulence du mélange provoquée par l'entrée tangentielle du mélange dans le réacteur de cracking 2 et par le contact du mélange avec les lames 9. Les gaz de pyrolyse sont pré-refroidis tout d'abord dans les tuyaux intérieurs 4 où ils transmettent leur chaleur au mélange passant dans les espaces libres compris entre les tuyaux extérieurs 3 et les tuyaux intérieurs 4, puis, ensuite, dans les tuyaux de sortie 12 où ils transmettent leur chaleur à l'air libre.

Après avoir pénétré dans le collecteur 16, les gaz de pyrolyse sont envoyés, par la conduite de sortie 17, dans l'échangeur de chaleur 18 où ils sont refroidis par un mélange de vapeur et d'eau amené dans l'échangeur de chaleur 18 par le tuyau descendant 24 relié au ballon de séparation eau-vapeur 19 alimenté en eau 29 préchauffée dans la section de convection 27. La vapeur haute pression 34 produite dans l'échangeur de chaleur 18 passe dans le tuyau ascendant 25 pour pénétrer dans le ballon de séparation eau-vapeur 19 d'où elle est évacuée par le tuyau de vapeur 22. Les gaz de pyrolyse refroidis sont évacués de l'échangeur de chaleur 18 sous forme de produit fini 33 sortant par le tuyau de sortie 23.

L'appareil représenté en figure 6 comporte quatre groupes 20 de réacteurs de cracking

2 placés dans une chambre de rayonnement 32 du four à
pyrolyse 1, quatre distributeurs 14, deux collecteurs
16 et deux échangeurs de chaleur 18. Chaque groupe 20
de réacteurs de cracking 2 est alimenté en mélange
5 d'hydrocarbures et de vapeur par une conduite d'alimen-
tation séparée 15 et par un distributeur séparé 14,
chacun des deux collecteurs 16 étant relié à un couple
de groupes 20 de réacteurs de cracking. Chaque collec-
teur 16 est relié par une conduite de sortie séparée
10 17 à l'un des deux échangeurs de chaleur 18 reliés tous
les deux à un ballon de séparation eau-vapeur unique 19.

Comme la pression du mélange passant
dans le distributeur 14 diminue proportionnellement à
la distance le séparant de l'embouchure de la conduite
15 d'alimentation 15, une alimentation inégale des réac-
teurs de pyrolyse 2 pourrait se produire. Le même effet
pourrait être produit par le dépôt de coke dans les
réacteurs de cracking 2. Cette alimentation inégale
peut être évitée en étranglant le débit du mélange dans
20 certaines des tuyaux d'entrée 13, par exemple en montant
des soupapes d'étranglement dans les tuyaux d'entrée 13
ou en réduisant leur diamètre.

Les exemples ci-après illustrent
l'invention sans nuire à la généralité des caractéris-
25 tiques définies par ailleurs ici.

EXEMPLE 1

Un modèle d'appareil a été construit
et essayé. Dans ce modèle, le réacteur de pyrolyse était
constitué par un tuyau extérieur présentant un diamètre
30 de 57 x 5 mm et un tuyau intérieur présentant un diamètre
de 30 x 3 mm. Les deux tuyaux avaient une longueur
d'environ 6 000 mm.

11

Paramètres du processus de pyrolyse :

	Alimentation maximum de matière première....	100 Kg/heure
	Alimentation de vapeur.....	0,5 à 0,7 fois la matière première
5	Température du mélange à l'entrée....	500 à 650°C
	Température du mélange dans la zone d'inversion.....	820 à 920°C
	Rendements de production....	11 à 13% en poids de CH ₄ 25 à 34% en poids de C ₂ H ₄ 14 à 17% en poids de C ₃ H ₄
10	Matière première.....	naphte
	Temps de contact.....	0,1 seconde

EXEMPLE 2

15 Un appareil comprenant 32 réacteurs
de pyrolyse et présentant une capacité de 11 200 Kg/heure
a été utilisé. Le diamètre intérieur des tuyaux exté-
rieurs était de 102 mm et le diamètre intérieur des
tuyaux intérieurs était de 60 mm. La longueur des
20 tuyaux dans la chambre de rayonnement était de 10 mètres.

Paramètres du processus de pyrolyse :

	Matière première.....	naphte
	Plage de distillation de la matière première.....	50 à 170°C
25	Débit de matière première traversant un réacteur de cracking.....	350 Kg/heure
	Débit de matière première traversant la chambre de rayonnement.....	11 200 Kg/heure
	Débit de vapeur traversant un réacteur de cracking.....	175 Kg/heure
30	Débit de vapeur traversant la chambre de rayonnement.....	5 600 Kg/heure
	Température de commande de la pyrolyse..	880°C
	Température de la matière première à l'entrée de la section de convection....	60°C
35		

	Température du mélange à la sortie de la section de convection.....	620°C
	Température des gaz de pyrolyse à la sortie de l'échangeur de chaleur.....	350 à 450°C
5	Température des gaz non utilisés sur le pont de feu de la chambre de rayonnement.	1.100°C
	Température des gaz non utilisés dans la colonne.....	190°C
	Gaz combustible.....	méthane
10	Température des gaz de pyrolyse à la sortie du réacteur de cracking.....	800°C
	Consommation de combustible.....	1 380 Kg/heure
	Puissance de sortie thermique du four à pyrolyse.....	19,1 MW
15	Consommation de chaleur de la chambre de rayonnement.....	8,4 MW

RE V E N D I C A T I O N S

1°) Appareil pour le cracking d'hydrocarbures, gazeux ou liquides, comprenant un four à pyrolyse contenant au moins un groupe de réacteurs de cracking à doubles tuyaux allongés verticaux, un bloc d'alimentation des réacteurs de cracking en vapeur et en hydrocarbures ou en mélange d'hydrocarbures, et des moyens comprenant au moins un échangeur de chaleur pour refroidir les gaz de pyrolyse chauds après qu'ils aient quitté les réacteurs de cracking, chaque réacteur de cracking étant constitué par un tuyau extérieur et un tuyau intérieur et comportant un orifice d'entrée supérieur relié au bloc d'alimentation et un orifice de sortie supérieur relié au bloc de refroidissement, le tuyau intérieur présentant une extrémité inférieure ouverte et s'étendant coaxialement vers le bas à l'intérieur du tuyau extérieur, avec un espace libre ménagé entre la surface intérieure du tuyau extérieur et la surface extérieure du tuyau intérieur, des moyens étant utilisés pour fermer le tuyau extérieur par le dessous et pour inverser le courant descendant d'hydrocarbures dans le réacteur de cracking de manière à le transformer en un courant ascendant, des moyens de tuyauterie étant utilisés pour relier les orifices d'entrée des réacteurs de cracking au bloc d'alimentation et les orifices de sortie de ces réacteurs de cracking aux moyens de refroidissement, appareil caractérisé en ce que les moyens de tuyauterie comprennent :

(a) au moins un distributeur relié au bloc d'alimentation par au moins une conduite d'alimentation, et aux orifices d'entrée supérieurs d'au moins un groupe de réacteurs de cracking par un certain nombre de tuyaux d'entrée, l'intérieur de chacun de ces tuyaux d'entrée étant en communication avec l'espace libre ménagé entre le tuyau extérieur et le tuyau intérieur de l'un des

réacteurs de cracking,

(b) au moins un collecteur relié à au moins un échangeur de chaleur par au moins une conduite de sortie, et aux orifices de sortie supérieurs d'au moins un groupe de réacteurs de cracking par un certain nombre de tuyaux de sortie, l'intérieur de chacun de ces tuyaux de sortie étant en communication avec l'intérieur du tuyau intérieur de l'un des réacteurs de cracking.

2°) Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tuyaux de sortie sont alignés verticalement avec les tuyaux intérieurs.

3°) Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les tuyaux d'entrée sont fixés tangentiuellement à la périphérie des tuyaux extérieurs.

4°) Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que des lames transversales sont placées dans les espaces libres ménagés entre les tuyaux extérieurs et les tuyaux intérieurs.

5°) Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que les lames transversales sont disposées en hélice.

6°) Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que certains des tuyaux d'entrée sont munis de moyens d'étranglement.

7°) Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que certains des tuyaux d'entrée sont munis de soupapes d'étranglement.

8°) Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que certains des tuyaux d'entrée présentent un diamètre intérieur réduit.

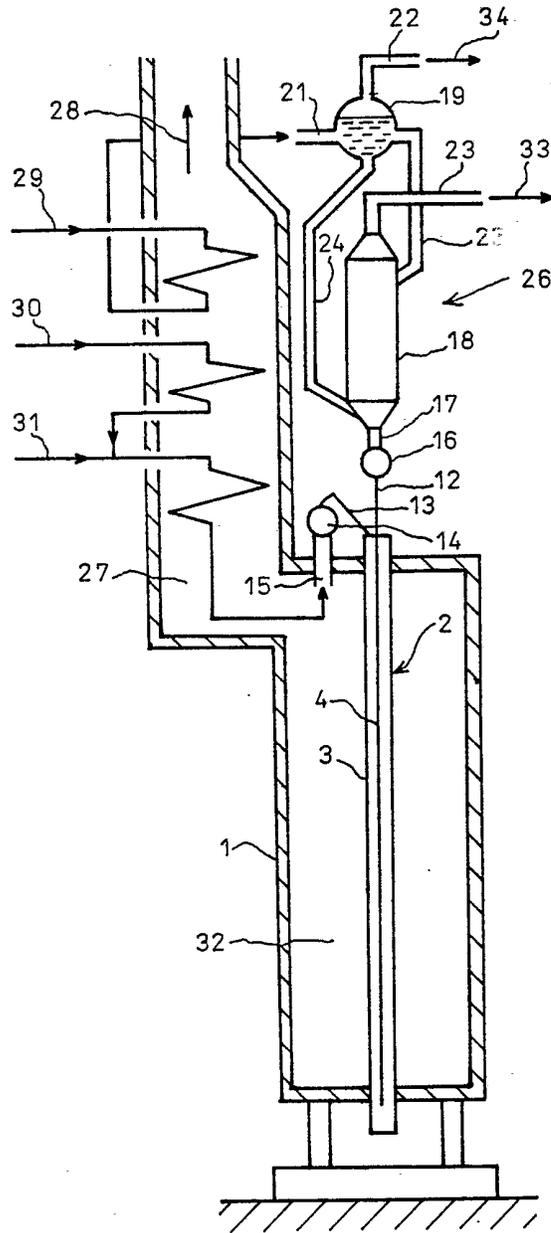


FIG. 1

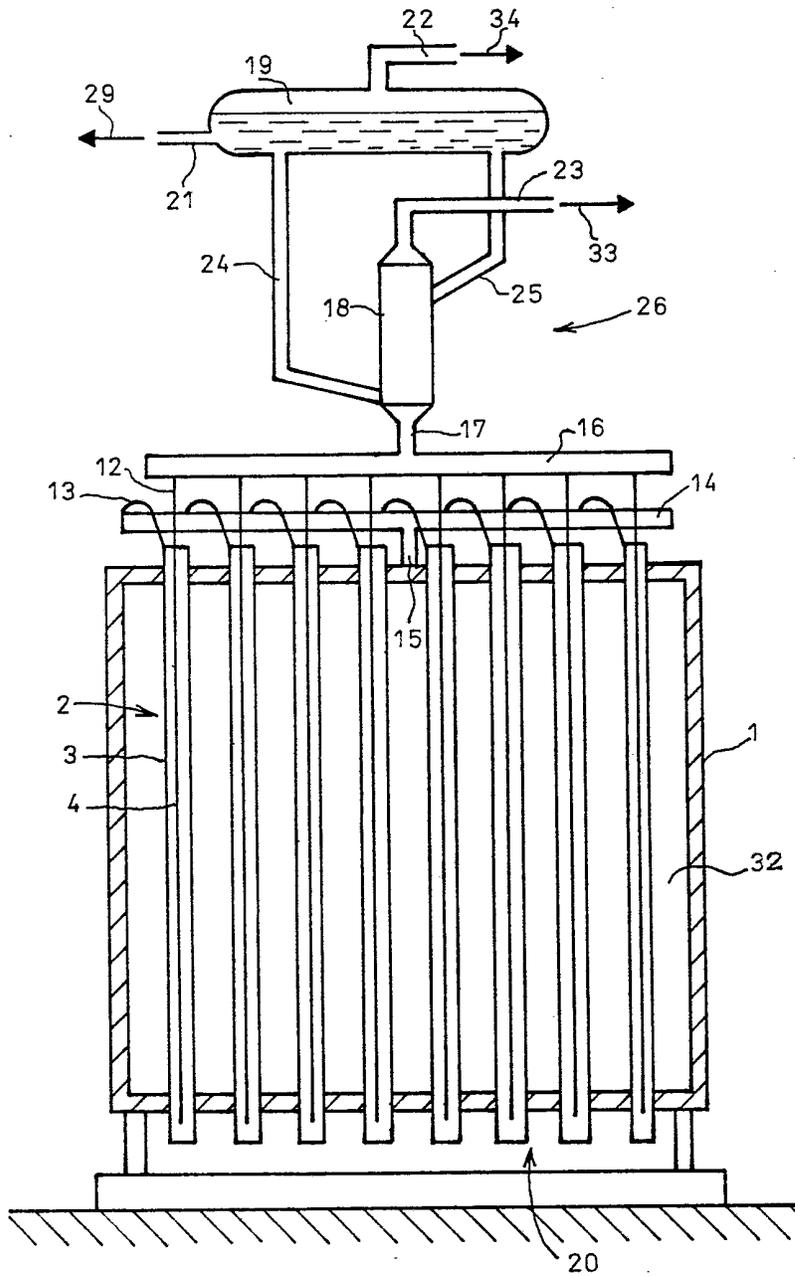


FIG. 2

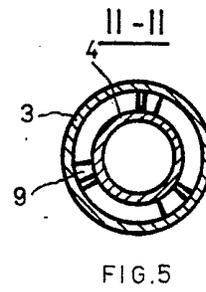
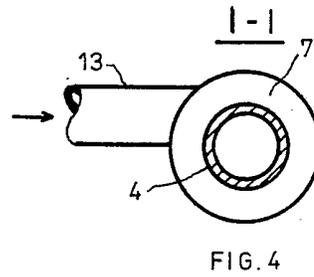
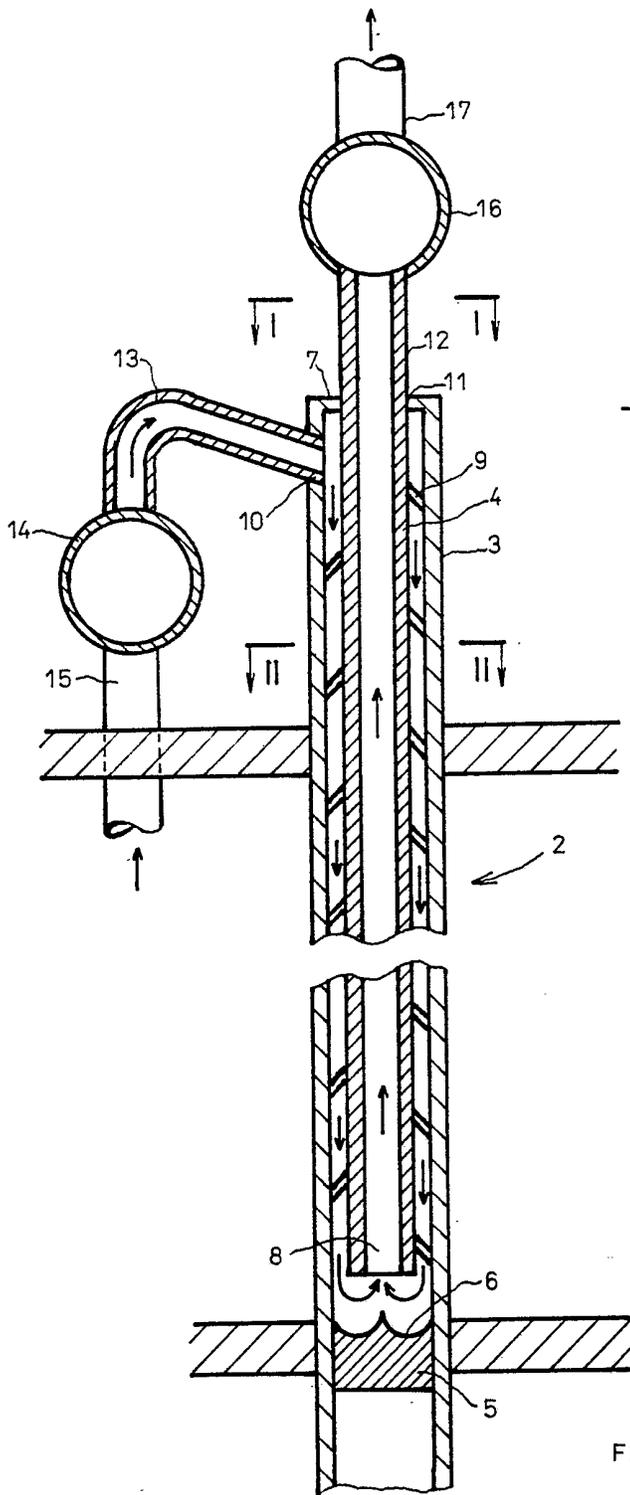


FIG. 3

