

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 548 681

②1 N° d'enregistrement national :

84 10695

⑤1 Int Cl⁴ : C 10 G 9/32.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 5 juillet 1984.

③0 Priorité : US, 5 juillet 1983, n° 510,525.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 11 janvier 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : HRI, INC. — US.

⑦2 Inventeur(s) : Barry Liss, Michael Calderon et Marvin S.
Rakow.

⑦3 Titulaire(s) :

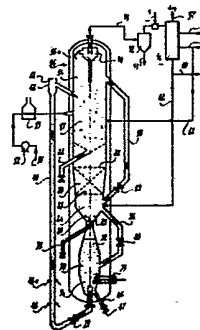
⑦4 Mandataire(s) : Beau de Loménie.

⑤4 Réacteur de craquage et de transformation d'hydrocarbures.

⑤7 L'invention concerne les réacteurs de craquage.

Elle se rapporte à un réacteur qui comporte, dans une
enceinte métallique 16, une zone de craquage principal 14, une
zone d'extraction 20, et une zone de gazéification 34, dans
lesquelles circule un courant descendant d'un véhicule particu-
laire et un courant ascendant de gaz de fluidisation. Selon
l'invention, une zone intermédiaire 24 est placée entre la zone
d'extraction et la zone de gazéification et elle assure une
réaction de craquage secondaire à température contrôlée.

Application au craquage des hydrocarbures lourds.



FR 2 548 681 - A1

La présente invention concerne le craquage et la transformation des hydrocarbures.

Plus précisément, l'invention concerne un procédé de craquage et de transformation par l'hydrogène de charges
5 d'hydrocarbures lourds tels que les bruts ou les huiles résiduelles, avec formation d'hydrocarbures liquides plus légers tels que le naphta et de distillatset de produits sous forme de gaz combustible. Elle concerne en particulier un procédé et un réacteur mettant en oeuvre plusieurs zones
10 contenant des lits fluidisés d'un matériau sous forme d'un véhicule particulière, facilitant le craquage de la charge dans une zone supérieure et la gazéification des dépôts de coke sur le véhicule, dans une zone inférieure.

On a consacré des travaux considérables à la
15 transformation des charges d'huiles lourdes dans plusieurs zones à l'aide d'un véhicule particulière qui circule. Par exemple, un procédé met en oeuvre un réacteur à trois zones ayant une zone supérieure de craquage principal, une zone intermédiaire d'extraction et de craquage secondaire et
20 une zone inférieure de combustion et de gazéification, chacune des zones contenant un lit fluidisé d'un véhicule particulière dont le matériau est contigu d'une zone à la suivante. La charge subit d'abord un craquage sur le véhicule particulière et à l'intérieur de celui-ci dans
25 la zone supérieure, et du carbone se dépose sur le véhicule, et les particules chargées de carbone descendent à contre-courant d'un courant ascendant de gaz réducteur chaud dans la zone d'extraction. Le véhicule est régénéré par oxydation partielle du matériau carboné dans la zone de gazéification,
30 et il est recyclé par un gaz de transport dans un conduit formant une colonne montante débouchant dans la zone principale de craquage, en y transmettant la chaleur de réaction. Quelques exemples de brevets correspondants sont les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 2 861 943, 2 885 342 et 2 885 343
35 qui décrivent l'utilisation d'un véhicule particulière qui circule afin que du coke puisse se déposer lorsqu'il est formé à partir du craquage de charges formées de bruts et

d'huiles résiduelles, les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 2 875 150 et 3 202 603 décrivent aussi des procédés d'hydrocraquage et de transformation dans plusieurs lits, destinés à des charges sous forme d'huiles résiduelles et de goudrons, à l'aide d'un véhicule particulière destiné à assurer l'hydrocraquage de la charge d'huiles lourdes avec formation de fractions gazeuses et liquides.

Dans un tel procédé de transformation des charges d'hydrocarbures lourds, il est souhaitable qu'un gradient important de température soit maintenu dans la zone d'extraction en lit fluidisé qui sépare les zones de craquage primaire et de gazéification. Cependant, il est difficile d'obtenir un tel gradient de température en régime stable de fluidisation en phase dense. Un mauvais contact entre le gaz et les matières solides, entre les zones d'extraction et de gazéification, peut limiter les températures de craquage secondaire atteintes dans la zone d'extraction. La réalisation mécanique de la zone d'extraction en lit fluidisé doit tenir compte du fait qu'elle est adjacente à la zone de gazéification qui est de préférence à des températures de 870 à 1040°C. En outre, le réglage du courant de véhicule solide chaud sans coke qui recircule nécessite un étranglement dans une vanne chaude et contribue ainsi à la complexité mécanique.

Le procédé et l'appareil de transformation d'hydrocarbures selon l'invention constituent un perfectionnement des procédés connus d'hydrocraquage, par formation d'une zone intermédiaire disposée entre la zone d'extraction et la zone inférieure de gazéification, et destinée à permettre un meilleur réglage de la température, de la circulation des matières solides formant le véhicule et des réactions de craquage secondaire dans cette région.

Plus précisément, l'invention concerne un réacteur et un procédé de transformation en plusieurs zones permettant l'amélioration de la qualité des charges d'hydrocarbures lourds avec formation de produits liquides et gazeux constitués par des hydrocarbures plus légers. L'invention met en oeuvre un réacteur à quatre zones ayant une zone supérieure

de transformation ou de craquage principal et une zone inférieure de gazéification ou de combustion, maintenues à une température relativement élevée, et séparées par une zone intermédiaire d'extraction et une zone intermédiaire placée au-dessous. Ces quatre zones du réacteur contiennent toutes des lits fluidisés d'un véhicule particulaire qui circule de façon continue dans les zones et qui est fluidisé par des courants ascendants de gaz. La charge est craquée dans la zone de craquage principal à lit fluidisé à une température comprise entre 450 et 980°C, afin qu'il se forme des produits gazeux et liquides, et du coke se dépose sur le véhicule et dans celui-ci. Le véhicule contenant du coke, comprenant des dépôts réfractaires absorbés de coke et liquides à température élevée d'ébullition, descend dans la zone d'extraction qui a une matière de garnissage fixe ou une structure ayant des cavités suffisantes pour que le véhicule particulaire puisse y descendre. Une zone intermédiaire est avantageusement placée entre la zone d'extraction et la zone inférieure de gazéification afin qu'elle permette un meilleur réglage des températures à cet emplacement et ainsi un réglage de l'importance de de l'extraction et du craquage secondaire des résidus hydrocarbonés contenus sur le véhicule particulaire descendant chargé de carbone, placé dans le réacteur, avant transfert du véhicule dans la zone inférieure de gazéification. Cette dernière est maintenue à une température comprise entre 870 et 1040°C par de la vapeur d'eau et un gaz contenant de l'oxygène destiné à gazéifier les dépôts de coke et à former le gaz réducteur. Les matières solides particulières chaudes, débarrassées de coke, sont alors renvoyées dans la zone de craquage principal. La zone intermédiaire constitue donc un moyen spécifique de réglage thermique placée entre la zone d'extraction et la zone inférieure de gazéification, permettant ainsi un meilleur réglage du craquage secondaire de la charge et une meilleure sélectivité des produits liquides obtenus. Elle réduit aussi au minimum la quantité de matière carbonée transportée vers la zone de

gazéification par le véhicule, et elle permet le réglage du débit de véhicule et la communication avec une vanne à matières solides. La température dans la zone intermédiaire est habituellement maintenue entre 540 et 870°C.

5 L'utilisation de la zone intermédiaire en lit fluidisé permettant un meilleur réglage de la température dans un réacteur à quatre zones, présente plusieurs avantages. Elle permet l'utilisation d'un lit à garnissage plus ouvert ou d'un dessin à arrangement ordonné dans la zone d'extraction, c'est-à-dire présentant un plus grand pourcentage
10 de cavités, améliorant les caractéristiques de fluidisation du véhicule particulaire et permettant un meilleur réglage des rendements en liquides hydrocarbonés produits et de leur répartition. En outre, la zone intermédiaire assure
15 un craquage secondaire optimal des entités de poids moléculaire élevé, telles que les composés aromatiques à plusieurs noyaux, et elle contribue à la production d'hydrogène.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description
20 qui va suivre d'exemples de réalisation et en se référant au dessin annexé sur lequel :

la figure 1 est une coupe schématique en élévation d'un réacteur à plusieurs zones selon l'invention ; et

la figure 2 représente une variante de configuration
25 du dispositif de recyclage de matières solides du réacteur de la figure 1.

Selon l'invention, le réacteur et le procédé de transformation d'hydrocarbures mettent en oeuvre quatre zones principales à lit fluidisé, qui sont raccordées et
30 étagées verticalement, les raccordements étant réalisés convenablement par diverses colonnes formant déversoir et par un conduit constituant une colonne montante pour un courant ascendant en phase dense. Selon le procédé de l'invention, la charge d'hydrocarbures, par exemple un brut lourd
35 de pétrole ou une huile résiduelle, de l'huile de schiste, du bitume de sable bitumineux ou des résidus de tels produits ainsi que des mélanges de ces produits avec du charbon, subit

un préchauffage et est injectée à un niveau convenable dans un lit fluidisé du véhicule particulaire, placé dans la zone supérieure de craquage principal ou primaire. En outre, certaines parties de produits liquides distillables peuvent être recyclées vers cette zone afin qu'elles permettent un craquage supplémentaire. Cette zone est maintenue à une température de 450 à 760°C et a une pression totale habituellement comprise entre 14 et 56 bars bien qu'une pression plus élevée puisse être utilisée. La matière de la charge est absorbée par le lit de particules poreuses du véhicule et subit un craquage qui forme des produits à l'état liquide et à l'état vapeur, ainsi que des dépôts de coke sur le matériau du véhicule. La pression partielle d'hydrogène créée dans la zone de craquage par un gaz réducteur ascendant limite la formation de coke et la répartition des rendements en produits est favorable par rapport à celle d'une opération classique de cokéfaction en lit fluidisé. La chaleur nécessaire à la zone de craquage principal provient essentiellement des particules chaudes du véhicule renvoyées à partir de la zone inférieure de gazéification. Ce véhicule particulaire chaud est soulevé par un gaz de transport dans un conduit formant une colonne montante en phase dense, jusqu'à la zone supérieure de craquage, afin que la chaleur de réaction y soit introduite et que la chaleur sensible nécessaire aux opérations y soit amenée à l'équilibre. En outre, le gaz réducteur ascendant formé par oxydation partielle dans la zone inférieure de gazéification du coke déposé sur le matériau du véhicule, remonte dans les zones intermédiaire et d'extraction et forme le gaz réactif et de fluidisation destiné à l'hydrocraquage de la charge qui a lieu dans la zone de craquage principal, avec une partie de la chaleur nécessaire dans la zone de craquage. Ce gaz réducteur contient essentiellement de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, de la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique.

La zone d'extraction placée juste au-dessous de la zone de craquage principal contient une matière

fixe de garnissage comprenant de préférence de nombreux organes horizontaux et une matière particulaire grossière de garnissage ayant une dimension telle qu'elle limite le mélange axial des matières solides en formant un gradient vertical important de température de l'ordre de 80 à 420°C, si bien qu'une zone de craquage secondaire et d'extraction par circulation à contre-courant et non isotherme est formée. Lorsque'un garnissage particulaire grossier est utilisé, une structure de support du garnissage est utilisée afin qu'elle permette la formation d'un courant descendant suffisant de la matière particulaire solide du véhicule et un courant ascendant suffisant de gaz réducteur dans la zone d'extraction pour que les hydrocarbures liquides provenant du garnissage soient extraits efficacement. De nombreux organes horizontaux de support peuvent être placés sans qu'une structure de support soit nécessaire. Une grille de retrait superficielle, placée au-dessus de la zone d'extraction, peut être utilisée afin qu'elle empêche la descente et le bouchage de la matière de garnissage de la zone d'extraction par des agglomérats qui peuvent se former dans la zone de craquage principal.

Une zone intermédiaire est placée à l'extrémité inférieure de la zone d'extraction et ne contient pas de matière de garnissage, mais elle contient le véhicule particulaire fluidisé et constitue donc une région proche d'un comportement isotherme. Le liquide pouvant rester sur la matière particulaire qui descend ou dans celle-ci, en provenance de la zone d'extraction, subit un craquage dans la zone intermédiaire. La température dans cette zone intermédiaire est réglée essentiellement par une combinaison de trois courants de véhicule particulaire solide, à savoir :

- (a) un courant descendant provenant de la zone de craquage principal et circulant jusqu'à la zone intermédiaire en passant par la zone d'extraction,
- (b) un courant descendant provenant de la zone intermédiaire et transmis à la zone de gazéification, et
- (c) les matières solides chaudes entraînées vers

le haut de la zone de gazéification à la zone intermédiaire par le courant ascendant de gaz réducteur.

La température dans la zone intermédiaire est donc habituellement maintenue entre 540 et 870°C. Ainsi, 5 cette zone intermédiaire donne un réglage très sûr de la température de sortie de la zone de craquage secondaire et d'extraction afin que les espèces les plus réfractaires et à températures d'ébullition les plus élevées contenues dans la charge subissent un craquage total. La température 10 de la zone intermédiaire dépend essentiellement du débit de circulation des matières solides du véhicule entre les zones intermédiaire et de gazéification, ce débit étant obtenu par disposition d'une vanne dans une colonne formant déversoir.

15 Les zones intermédiaire et de gazéification sont séparées par une structure en forme de grille qui assure une répartition convenable du gaz et des matières solides entraînés à partir de la zone de gazéification et qui constitue la barrière thermique voulue entre ces zones. De cette 20 manière, les zones intermédiaire et de gazéification peuvent travailler indépendamment dans une large plage voulue de températures utilisables en pratique, permettant ainsi une optimisation du procédé en fonction des variations de la charge et des contraintes présentées par la demande 25 du marché, sans que la mise en oeuvre devienne impossible ou sans que la zone d'extraction nécessite une réalisation mécanique pratiquement impossible. Un puisard destiné au retrait des agglomérats et solidaire de la grille est placé à la partie inférieure de la zone intermédiaire afin que 30 des clinkers ou des agglomérats fins ne puissent pas se collecter à cet emplacement et ne puissent provoquer une mauvaise répartition du gaz réducteur chaud qui remonte. Le puisard destiné à l'enlèvement de ce clinker est aussi disposé afin qu'il permette l'enlèvement pendant le fonction- 35 nement, lorsque de telles matières se forment en période transitoire ou en cas de perturbation de l'installation.

Un conduit monté en dérivation par rapport à la

zone d'extraction peut aussi être disposé afin qu'il permette une extension de la capacité de traitement du réacteur à plusieurs zones. L'utilisation de ce conduit en dérivation permet un fonctionnement stable de la zone de craquage principal en lit fluidisé avec des vitesses accrues du gaz qui remonte, par formation d'une capacité auxiliaire permettant un courant descendant résultant du véhicule particulaire solide. Le conduit de dérivation permet aussi une descente d'un débit réduit du véhicule par l'intermédiaire de la zone d'extraction lorsque la mise en oeuvre du réacteur peut le rendre souhaitable. La conception du matériau ou de la structure de garnissage de la zone d'extraction peut être telle qu'une petite fraction ou la plus grande partie de la chaleur sensible transmise à la zone principale de craquage à partir de la zone inférieure de gazéification est due à la diffusivité thermique verticale des matières solides dans la zone d'extraction. Ceci permet un réglage indépendant des températures dans la zone d'extraction, dans une large gamme de conditions opératoires potentielles.

La partie supérieure de la zone de gazéification a un diamètre réduit et une forme telle que le débit voulu d'entraînement de matières solides par le gaz réducteur ascendant, correspondant aux critères fixés par le bilan thermique, est obtenu. En outre, la plaque en forme de grille qui sépare les zones de gazéification et intermédiaire a des dimensions telles qu'elle travaille avec une perte de charge suffisante pour que le gaz réducteur ascendant soit bien réparti. Cette grille est formée d'un matériau réfractaire et elle a de préférence une forme en dôme destinée à empêcher qu'elle ne se fissure sous l'action des surpressions importantes éventuelles. Une réduction de la charge de matières solides dans la zone de gazéification par légère fermeture de la vanne de la colonne en dérivation reliant les zones intermédiaire et de gazéification provoque une chute du niveau du lit fluidisé dans la zone de gazéification et ainsi une réduction de l'entraînement vers le haut des

particules chaudes du véhicule. Cet entraînement réduit des matières solides est obtenu par effet combiné du profil de la zone de gazéification, comme indiqué précédemment, et de la position relative de la hauteur efficace de séparation des particules lors de transport.

La température voulue dans la zone de gazéification, comprise entre 870 et 1040°C, est maintenue par gazéification et combustion du coke déposé sur le véhicule ou dans celui-ci. De l'oxygène et de la vapeur d'eau sont injectés par des buses placées circonférentiellement et verticalement en direction transversale dans un tronçon tronconique de l'extrémité inférieure de la zone de gazéification. Une partie du courant total de vapeur d'eau est utilisée pour la fluidisation des matières solides dans la zone de gazéification afin qu'une zone donnant un bon mélange soit formée, l'oxygène pouvant être injecté dans cette zone sans formation de clinkers avec le véhicule ou sans frittage de celui-ci. La zone s'incline vers l'extérieur dans la région d'injection d'oxygène afin que la vitesse uniforme voulue de fluidisation qui favorise la dispersion de l'oxygène soit maintenue.

Les matières particulaires solides chaudes débarrassées du coke sont retirées de la base de la zone de gazéification et transmises à une colonne montante fluidisée de transport en phase dense par l'intermédiaire d'une vanne à matières solides ou d'un registre et d'un conduit latéral inverse, créant une zone de forte résistance. Les matières solides sont alors soulevées par addition de vapeur d'eau ou d'un gaz de transport dans le conduit formant colonne montante en phase dense, et elles parviennent à la zone de craquage principal. De cette manière, le réglage du débit des matières solides peut être obtenu par disposition des points d'entrée du gaz d'entraînement et par réglage des débits de gaz d'entraînement transmis à ces points. La vanne ou le registre qui doit être exposé aux températures élevées de la zone de gazéification, peut habituellement être commandé afin qu'il s'ouvre complètement ou au moins sans nécessiter d'étranglement pendant les opérations normales. Un ensemble

d'extraction de matières solides est aussi placé à la partie inférieure de la zone de gazéification. Cet ensemble peut être utilisé pour le retrait des matières solides frittées ou sous forme de clinkers qui peuvent s'être formés dans
5 cette zone.

La sélection d'un véhicule particulière convenable, pour ses propriétés d'absorption, de dimension et de volume des pores et d'autres caractéristiques convenables, est telle que toutes les espèces réfractaires bouillant à température élevée pratiquement et le coke produit dans la zone
10 supérieure de craquage principal sont collectés et que les réactions voulues de craquage sont effectuées sans agglomération des matériaux. Le véhicule particulière peut être choisi parmi les alumines, aluminosilicates ou matières
15 analogues ayant les caractéristiques d'absorption nécessaires et de type naturel ou synthétique. La dimension voulue pour les particules peut correspondre à un diamètre particulière moyen compris entre environ 40 et 250 μm .

Comme représenté sur la figure 1, une charge
20 d'hydrocarbures 10, par exemple un brut lourd de pétrole ou une huile résiduelle, est mise sous pression en 12 puis préchauffée en 13 et est injectée à un niveau intermédiaire dans la zone supérieure de craquage principal 14 d'un réacteur 16 à plusieurs zones. La zone 14 contient un lit
25 fluidisé 15 d'un véhicule particulière 17.

La zone 14 de craquage est maintenue à une température de 450 à 760°C et a une pression totale habituellement comprise entre 14 et 56 bars. La matière de la charge est absorbée par le lit 15 des particules poreuses 17 du véhicule
30 et elle est craquée afin qu'elle forme des produits liquides et vapeurs ainsi que des dépôts de coke sur le véhicule et dans celui-ci. La pression partielle d'hydrogène est créée dans la zone 14 de craquage par le gaz réducteur ascendant qui limite l'importance de la formation du coke et donne
35 une répartition favorable des produits obtenus. Les produits résultant en phase vapeur remontent dans un séparateur 50 à cyclone et sont retirés sous forme d'un courant 51. La

chaleur nécessaire à la zone de craquage principal 14 provient essentiellement des particules chaudes du véhicule recyclées à partir de la zone inférieure 34 de gazéification et entraînées par un gaz de transport dans un conduit 32 formant une colonne montante en phase dense, jusqu'à la zone supérieure 14 de craquage, en apportant la chaleur de réaction qui y est nécessaire. En outre, le courant ascendant de gaz réducteur chaud obtenu par oxydation partielle dans la zone inférieure 34 de gazéification du coke déposé sur les particules du véhicule, passe successivement, en remontant, dans les zones intermédiaire et d'extraction et forme le gaz réactif et de fluidisation nécessaire à l'hydrocraquage de la charge dans la zone de craquage principal 14. Le courant ascendant de gaz réducteur contient essentiellement de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, de la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique.

La zone 20 d'extraction qui se trouve juste au-dessous de la zone 14 de craquage principal contient un garnissage fixe contenant plusieurs organes 21 de support ou un garnissage particulaire grossier destiné à limiter le mélange des matières solides entre le haut et le bas afin qu'un gradient vertical important de température de 80 à 420°C soit obtenu, ce gradient créant une zone d'extraction et de craquage secondaire à contre-courant qui n'est pas isotherme. Lorsqu'une matière particulaire de garnissage est utilisée dans la zone 20, une structure de support du garnissage est évidemment disposée afin qu'elle permette un débit descendant suffisant des particules solides du véhicule et un débit ascendant de gaz réducteur dans la zone d'extraction suffisant pour que les hydrocarbures liquides provenant du garnissage soient extraits efficacement. Une grille 22 de séparation superficielle est placée au-dessus de la zone 20 d'extraction de préférence afin qu'elle empêche la descente et le bouchage du lit de matière de garnissage de la zone d'extraction par des agglomérats qui peuvent se former dans la zone de craquage principal.

A l'extrémité inférieure de la zone 20 d'extrac-

tion, une zone intermédiaire 24 est dépourvue de matière de garnissage mais contient le véhicule particulaire fluidisé et est donc proche des conditions isothermes. Le liquide de température élevée d'ébullition restant sur le véhicule
5 particulaire ou dans celui-ci, en provenance de la zone d'extraction 20, subit un craquage dans la zone intermédiaire 24. La température dans cette zone 24 est réglée essentiellement par une combinaison des courants des matières solides
10 particulaires du véhicule. Les matières solides descendent de la zone de craquage principal dans la zone d'extraction puis dans la zone intermédiaire dans laquelle elles subissent un chauffage supplémentaire, et descendent ensuite de la zone intermédiaire à la zone de gazéification. En outre,
15 les matières solides chaudes sont entraînées vers le haut à partir de la zone de gazéification par remontée d'un courant de gaz réducteur dans la zone intermédiaire.

La température de la zone intermédiaire est donc ainsi habituellement maintenue entre 540 et 870°C et de préférence entre 590 et 820°C. La température de la zone
20 intermédiaire est essentiellement réglée par le débit de circulation des matières solides du véhicule entre les zones intermédiaire et de gazéification, cette circulation étant obtenue par disposition de la vanne ou du registre 25
25 placé dans la colonne 26. Par exemple, lorsque le registre 25 est ouvert et qu'une plus grande quantité de matières solides descend dans la zone de gazéification 30, le niveau du lit fluidisé dans cette zone remonte et une plus grande
30 quantité des matières solides est entraînée vers le haut dans la zone intermédiaire 24 par le courant ascendant de gaz réducteur.

Les zones intermédiaire et de gazéification sont séparées par une structure 28 en forme de grille qui constitue une barrière thermique permettant la limitation à la zone
35 de gazéification des températures élevées nécessaires à une gazéification rentable du résidu de coke. Un puisard 29 d'extraction d'agglomérats, solidaire de la grille, est placé à la partie inférieure de la zone intermédiaire afin

qu'il empêche une mauvaise répartition du gaz réducteur chaud ascendant qui pourrait être due à des agglomérats fins ou à des clinkers qui pourraient s'y rassembler. Le puisard de collecte de ces clinkers est aussi réalisé de
5 manière qu'il permette une extraction en continu lorsque des clinkers se forment en période transitoire ou pendant une perturbation du fonctionnement.

Un conduit 18 de dérivation de la zone d'extraction et une vanne 19 sont destinés à accroître la capacité de
10 traitement de charge du réacteur 16 à plusieurs zones. L'utilisation de cette dérivation permet un fonctionnement stable de la zone de craquage principal en lit fluidisé pour de plus grandes vitesses de remontée du gaz que pour un dessin nominal particulier, par formation d'une capacité
15 auxiliaire donnant un débit descendant résultant du véhicule particulière dans le conduit 18. Le conduit de dérivation permet aussi la réduction du débit du véhicule vers le bas dans la zone 20 d'extraction lorsque la mise en oeuvre du réacteur le nécessite. La réalisation de la structure
20 de garnissage ou du garnissage de la zone d'extraction est telle qu'une petite fraction ou la plus grande partie de la chaleur sensible fournie à la zone de craquage principal à partir de la zone inférieure de gazéification est due à la diffusivité thermique des matières solides
25 par l'intermédiaire de la zone d'extraction.

La partie supérieure 32 de la zone 30 de gazéification a un diamètre réduit et un profil tel qu'elle donne le débit voulu d'entraînement des matières solides par le courant ascendant de gaz réducteur, correspondant aux critères
30 fixés par le bilan thermique. En outre, la plaque 28 formant la grille séparant les zones de gazéification et intermédiaire a une dimension telle qu'elle donne une perte de charge suffisante pour que le gaz réducteur remontant de la zone 32 soit bien réparti. Cette grille 28 est formée
35 d'un matériau réfractaire tel que "Cerox 600", disponible auprès de C.E. Refractories Inc. Cette grille a de préférence une forme en dôme empêchant sa fissuration sous l'action

des surpressions importantes qui peuvent correspondre à un multiple élevé de la valeur nominale. Une réduction de la charge de matières solides transmise dans la zone 30 de gazéification par légère fermeture de la vanne 25 de
5 la colonne 26 provoque une réduction du niveau du lit fluidisé dans la partie supérieure de la zone 30 de gazéification et réduit ainsi l'entraînement vers le haut des particules chaudes du véhicule 17 débarrassé de son coke. L'entraînement réduit des matières solides est obtenu par l'effet combiné
10 du profil précité de la zone de gazéification 32 et de la position relative de la hauteur efficace de séparation des particules par transport.

La température voulue pour la zone de gazéification comprise entre 870 et 1040°C est entretenue par gazéification
15 et combustion du coke déposé sur le véhicule 17 et dans celui-ci. L'oxygène est injecté avec la vapeur d'eau par une série de buses 35 placées circonférentiellement et verticalement en direction transversale dans un tronçon tron-
conique 34 formé à la base de la zone 30 de gazéification.
20 Une partie de la quantité totale de vapeur d'eau est utilisée pour la fluidisation des matières solides du véhicule dans la zone de gazéification avec formation d'une zone bien mélangée, dans laquelle l'oxygène peut être injecté sans production de clinkers ou frittage du matériau du véhicule.
25 La zone s'évase vers l'extérieur à l'extrémité inférieure afin que la vitesse uniforme voulue de fluidisation qui favorise la répartition de l'oxygène soit entretenue. Une rangée séparée de buses de vapeur d'eau est de préférence placée à la partie supérieure de la zone tronconique d'injec-
30 tion d'oxygène afin que la stabilité du lit fluidisé soit accrue et que le percement du lit soit minimal. Le cas échéant, l'oxygène peut être injecté avec de la vapeur d'eau.

Les particules solides chaudes, débarrassées du
35 coke, sont retirées par un conduit latéral 38 partant de la base de la zone 30 de gazéification et remontent dans une colonne montante 40 en phase dense fluidisée, par un

registre 42 de circulation de matières solides, le conduit latéral et le conduit inverse créant une zone de résistance élevée. Les matières solides particulières sont alors soulevées par introduction d'un gaz de transport tel que la vapeur d'eau ou un gaz combustible produit en 41 et/ou 41a, pénétrant dans le conduit 40 formant la colonne montante en phase dense, et elles sont transmises vers le haut jusqu'à la zone 14 de craquage principal. De cette manière, le réglage du débit des particules solides chaudes peut être réalisé par disposition des points d'entrée du gaz d'entraînement et par réglage des débits de gaz d'entraînement transmis à ces points. Le registre ou vanne 39, qui doit être exposé aux températures élevées de la zone de gazéification, peut être commandé habituellement afin qu'il soit grand ouvert ou au moins sans étranglement dans les opérations normales. Un organe élargi 42 de changement de direction, ayant une surface dure 44 de choc formée d'un matériau réfractaire, est destiné à renvoyer les matières solides vers la zone de craquage principal 14.

Un conduit 46 et un registre 47 d'extraction de matières solides sont aussi placés à la partie inférieure de la zone 30 de gazéification. Ce dispositif peut être utilisé pour le retrait des matières solides frittées ou formant un clinker hors de la zone de gazéification.

Suivant la charge utilisée, les produits liquides et gazeux avec une petite quantité de coke non transformé ayant une faible dimension particulière et une plus grande partie de matières solides de petite dimension particulière, quittent la zone supérieure du réacteur sous forme d'un courant 51 et parviennent à un ensemble 52 de séparation de matières solides à cyclone externe. Cette opération de séparation retire du courant de gaz produit les particules qui peuvent rester de coke et de matières solides, sous forme d'un courant 53. Celui-ci peut être renvoyé vers le réacteur ou jeté. Le courant résultant effluent 54 du cyclone est alors habituellement refroidi en 55, par exemple par un courant d'une huile, ou refroidi d'une autre manière

afin que sa température soit limitée et que les réactions indésirables supplémentaires soient limitées ou empêchées. Le gaz et le liquide refroidis sont alors séparés par un dispositif classique de fractionnement 56 donnant un courant de gaz produit 57, un courant 58 de naphta liquide, et un courant 59 de distillat léger liquide, ainsi qu'une fraction liquide formant un distillat lourd produit 50. Le distillat léger a habituellement une température initiale d'ébullition d'environ 205°C et une température finale d'ébullition comprise entre 315 et 540°C ; le distillat lourd a une température initiale d'ébullition de 315°C ou plus. Le cas échéant, une partie 61 de la fraction lourde 59 peut être renvoyée dans la zone de craquage principal 14 afin qu'elle subisse une réaction supplémentaire. En outre, une partie du courant liquide lourd 60 peut être renvoyée dans la zone intermédiaire 24 pour y subir une réaction supplémentaire de craquage. De plus, une partie du courant 57 peut être renvoyée afin qu'elle soit utilisée comme gaz 41 ou 41a d'entraînement dans le conduit 40.

La figure 2 représente une variante de recyclage des matières solides particulaires chaudes débarrassées de coke vers la zone de craquage principal. Les matières solides chaudes du véhicule débarrassé de coke descendent par un registre 65 de réglage puis passent dans une partie latérale ascendante 66 du conduit 40.

EXEMPLE

Une charge formée d'un résidu de pétrole pénètre dans la zone supérieure de craquage principal en lit fluidisé du réacteur à quatre zones et subit un hydrocraquage sur un véhicule particulaire. Les conditions de fonctionnement utilisées et les produits obtenus figurent dans le tableau suivant.

TABLEAU

<u>Charges</u>	
Résidu, m ³ /d	815
Oxygène, t/d	174
Vapeur d'eau, t/d	196

Température, °C

	Zone de craquage principal	538
	Zone d'extraction	538-760
	Zone intermédiaire	760
5	Zone de gazéification	982

Pression, bars 17,5

Produits

	Gaz combustible, m ³ /d	365 000
10	Naphta, m ³ /d	373
	Distillat 204-482°C, m ³ /d	236

Dans cet exemple, une partie du courant de distillat produit entre 204 et 482°C est recyclée dans la zone de craquage principal à raison de 0,5 volume du courant recyclé pour 1,0 volume de charge neuve.

Une zone d'extraction en lit fluidisé, comprenant un garnissage, donne un gradient de température de 18 à 110°C par mètre de hauteur et répartit le gaz réducteur obtenu afin qu'il forme le gaz de fluidisation de la zone de craquage principal. Un débit résultant de 113,5 t/h de véhicule descend à contre-courant du gaz réducteur de fluidisation. Dans la zone intermédiaire, au-dessous de la zone d'extraction, un lit isotherme est entretenu à environ 760°C par retrait de 177 t/h du véhicule descendant par la canalisation en dérivation et pénétrant dans la zone de gazéification, et par entraînement de 63,5 t/h du véhicule à 980°C environ de la zone de gazéification devant la grille avec le gaz réducteur chaud produit dans cette zone.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux réacteurs qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Réacteur de craquage et de transformation de charges formées d'hydrocarbures lourds afin qu'ils soient transformés en produits liquides et gazeux formés d'hydrocarbures plus légers, dans plusieurs zones, le réacteur étant caractérisé en ce qu'il comprend :
- (a) une enceinte métallique (16) de réacteur destinée à être mise sous pression,
 - (b) une zone de craquage principal (14) placée à l'extrémité supérieure du réacteur et destinée à assurer une réaction en lit fluidisé,
 - (c) un dispositif (10) d'introduction d'une charge d'hydrocarbures dans la zone de craquage principal,
 - (d) une zone d'extraction (20) placée au-dessous de la zone de craquage principal et contenant une matière fixe de garnissage,
 - (e) une zone (34) de gazéification placée à l'extrémité inférieure du réacteur et destinée à assurer une réaction de gazéification en lit fluidisé,
 - (f) une zone intermédiaire (24) placée entre la zone d'extraction et la zone de gazéification et destinée à assurer une réaction de craquage secondaire à une température réglée,
 - (g) un dispositif (35) à conduit d'introduction d'un gaz de combustion et de vapeur d'eau dans la zone inférieure de gazéification (34),
 - (h) un dispositif (40) à conduit de recyclage d'un véhicule particulaire chaud de la zone inférieure de gazéification (34) à la zone supérieure de craquage (14),
 - (i) un dispositif (41, 41a) d'introduction d'un gaz de transport à l'extrémité inférieure du dispositif à conduit (40), et
 - (j) un dispositif (50) destiné au retrait des gaz produits résultant de la zone de craquage principal du réacteur.
2. Réacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque zone contient une matière particulaire cons-

tituant un véhicule qui est fluidisé et recyclé de la zone supérieure de craquage (14) successivement dans les zones d'extraction (20) et intermédiaire (14) jusqu'à la zone inférieure de gazéification (34) par descente, puis qui
5 est recyclé vers le haut par un conduit externe (40) et un registre de réglage (39) jusqu'à la zone supérieure de craquage principal 14.

3. Réacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une grille (28) ayant des ouvertures est placée
10 entre la zone intermédiaire (24) et la zone de gazéification (34) afin qu'elle règle le débit des matières solides particulières entre lesdites zones.

4. Réacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une grille (23) ayant des ouvertures et formée
15 d'un matériau réfractaire est placée à l'extrémité inférieure de la zone d'extraction (20) afin qu'elle supporte une matière particulaire grossière de garnissage.

5. Réacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone d'extraction (20) contient un arrangement
20 ordonné d'organes horizontaux de support.

6. Réacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (50) de séparation de phases, revêtu d'un matériau réfractaire et placé au-dessus de la zone de craquage principal (14) afin qu'il retire
25 le véhicule particulaire et le renvoie dans la zone de craquage.

7. Réacteur de craquage et de transformation de charges formées d'hydrocarbures lourds en produits liquides et gazeux formés d'hydrocarbures plus légers, le réacteur
30 comprenant plusieurs zones et étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- (a) une enceinte métallique (16) formant un réacteur destiné à être mis sous pression,
- (b) une zone de craquage principal (14) placée à
35 l'extrémité supérieure du réacteur et contenant un véhicule particulaire destiné à assurer une réaction en lit fluidisé,
- (c) un dispositif (10) d'introduction d'une charge

d'hydrocarbures dans la zone de craquage principal,

(d) une zone d'extraction (20) placée au-dessous de la zone de craquage principal et contenant un arrangement ordonné d'organes horizontaux de support suffisamment espacés
5 pour qu'ils permettent la formation d'un courant descendant du véhicule particulaire,

(e) une zone de gazéification (34) placée à l'extrémité inférieure du réacteur et contenant un véhicule particulaire destiné à assurer une réaction de gazéification en
10 lit fluidisé,

(f) une zone intermédiaire (24) placée entre la zone d'extraction et la zone inférieure de gazéification et destinée à assurer un craquage secondaire dans une gamme réglée de températures,

(g) un dispositif (35) à conduit destiné à introduire un gaz contenant de l'oxygène et de la vapeur d'eau
15 dans la zone inférieure de gazéification,

(h) un dispositif (40) à conduit de recyclage d'un véhicule particulaire chaud de la zone inférieure
20 de gazéification vers la zone supérieure de craquage, le conduit étant placé à l'extérieur de l'enceinte du réacteur,

(i) un dispositif (41, 41a) d'introduction d'un gaz de transport à l'extrémité inférieure du dispositif à conduit
(40), et

(j) un dispositif (50) destiné à l'extraction
25 des produits gazeux résultant de la zone de craquage principal de l'enceinte du réacteur.

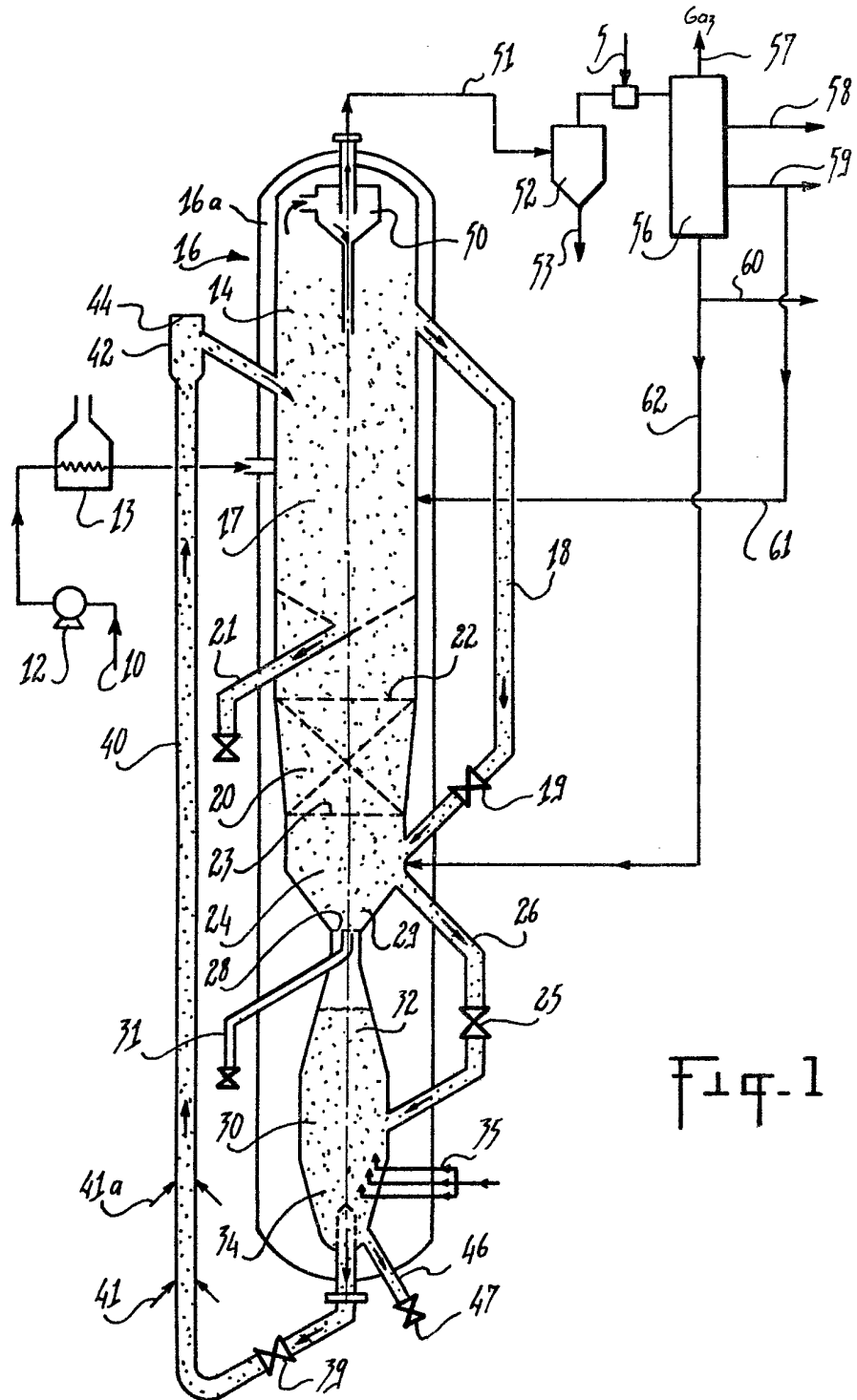


Fig. 1

Fig. 2

