

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 861 310 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:

**12.12.2001 Bulletin 2001/50**

(21) Numéro de dépôt: **97919105.3**

(22) Date de dépôt: **16.09.1997**

(51) Int Cl.7: **C10G 11/18**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR97/01630**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 98/12280 (26.03.1998 Gazette 1998/12)**

(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE CRAQUAGE CATALYTIQUE DESCENDANT METTANT EN  
OEUVRE L'INJECTION D'UNE CHARGE SOUS UN ANGLE ADEQUAT SUR UN CATALYSEUR  
CONDITIONNE**

METHODE UND VORRICHTUNG ZUM KATALYTISCHEN CRAKEN MIT FLUSS IN  
ABWÄRTSRICHTUNG DURCH EINSPRITZUNG VOM AUSGANGSSTOFF IN EINEM GEZIELTEN  
WINKEL AUF DEN KONDITIONIERTEN KATALYSATOR

METHOD AND DEVICE FOR DESCENDING CATALYTIC CRACKING BY INJECTING FEEDSTOCK  
AT AN ADEQUATE ANGLE ON A CONDITIONED CATALYST

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

(30) Priorité: **18.09.1996 FR 9611379**

(43) Date de publication de la demande:  
**02.09.1998 Bulletin 1998/36**

(73) Titulaire: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE  
92506 Rueil-Malmaison Cédex (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **PONTIER, Renaud  
F-38200 Vienne (FR)**

- **BONIFAY, Régis  
F-92600 Asnières (FR)**
- **COURTEHEUSE, Gérard  
F-92500 Rueil-Malmaison (FR)**
- **DEL POZO, Mariano  
F-76600 Le Havre (FR)**
- **GAUTHIER, Thierry  
F-69230 Saint Genis Laval (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 209 442 EP-A- 0 315 179**  
**EP-A- 0 344 032 EP-A- 0 479 645**  
**EP-A- 0 663 434**

**EP 0 861 310 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

**[0001]** L'invention concerne un procédé de craquage catalytique en lit fluide (FCC) d'une charge hydrocarbonée dans une zone réactionnelle où la charge circule de haut en bas (en anglais dropper).

**[0002]** Un des problèmes majeurs auquel est confronté le raffineur est celui de l'optimisation de la production d'essence en liaison avec une production augmentée d'oléfines légères en C<sub>3</sub>. Les modifications technologiques des unités de FCC à écoulement ascendant (riser) consistent à diminuer le temps de séjour de la charge dans la zone catalytique de manière à atteindre des valeurs inférieures à 0,5s. essentiellement par une augmentation de la vitesse de circulation de la charge et du catalyseur. Combinée avec une augmentation de la température de réaction, cette réduction de temps de séjour permet de favoriser les réactions de craquage primaire au détriment des réactions consécutives de transfert d'hydrogène et de craquage secondaire.

**[0003]** Une autre modification technologique allant dans le même sens consiste à réduire le phénomène de retro-mélange, caractéristique des unités en écoulement ascendant, en mettant en oeuvre un écoulement à co-courant descendant de gaz et de catalyseur. Dans ce type d'écoulement les profils radiaux de concentration et de vitesse sont plus "plats", ce qui approche de l'écoulement "piston" bien connu pour favoriser la sélectivité en essence et réduire les réactions de craquage secondaire.

**[0004]** La demande de brevet EP-A-0479645 décrit un réacteur à écoulement descendant ou droppeur dans lequel la charge est alimentée à co-courant du sens de l'écoulement du catalyseur. Celui-ci s'écoule à partir d'une phase dense. La zone de catalyseur en phase dense peut être une zone de stockage en lit fluidisé dense située entre le régénérateur de particules et l'entrée du droppeur. Dans ces conditions, la masse volumique de la suspension gaz-solide peut être contrôlée. Une autre demande de brevet EP-A-0663434 décrit un droppeur alimenté en catalyseur à partir d'une zone de conditionnement du catalyseur en lit fluidisé qui est connectée à un régénérateur de catalyseur coké. La zone de conditionnement comporte par ailleurs une zone de désengagement de gaz.

**[0005]** Le problème majeur lié à ce type de réacteur concerne le contact intime entre le catalyseur régénéré chaud et la charge hydrocarbonée.

**[0006]** Le brevet US 4919898 décrit la formation d'un rideau tombant de catalyseur à partir d'ouvertures rectangulaires provenant d'un lit pressurisé par de la vapeur. Ce lit régule de ce fait la différence de pression entre l'enceinte contenant le lit pressurisé et une chambre de mélange du catalyseur et de la charge en aval du lit. Ce brevet décrit de plus l'injection de la charge dans la direction de la vanne formant le rideau.

**[0007]** La mise en oeuvre industrielle d'un système de pressurisation en vue d'une régulation de débit est extrêmement délicate par suite d'une très grande variation de débit pour une très faible variation de pression, ce qui peut induire un débit de solide instable et pénalise en conséquence la sélectivité des produits recherchés.

**[0008]** Le brevet US 5296131 décrit par ailleurs un rideau de catalyseur s'écoulant vers le bas, de forme annulaire. La charge est injectée vers le bas au moins en partie à travers une ouverture radiale sous le siège d'une vanne type soupape de forme tronconique, plaquée contre la partie supérieure du réacteur.

L'art antérieur est par ailleurs illustré par la demande de brevet EP-A-0 209 442 qui décrit la présence d'une vanne en aval d'un premier anneau de fluidisation qui perturbe les conditions de fluidisation jusqu'à une defluidisation conduisant à l'obtention d'une masse volumétrique correspondant à un lit en vrac.

**[0009]** L'objet de l'invention est de remédier aux inconvénients de l'art antérieur.

**[0010]** On a observé qu'en conditionnant le catalyseur en masse volumique, en le mettant en circulation sous des formes géométriques adéquates et en optimisant la zone d'injection de la charge dans la zone réactionnelle, on améliorerait substantiellement la sélectivité de la réaction de craquage.

**[0011]** De manière plus précise, l'invention concerne un procédé de craquage catalytique en lit fluidisé d'une charge pétrolière en effluents plus légers dans une zone de craquage catalytique comprenant une zone réactionnelle ou droppeur dans laquelle on introduit, à une extrémité supérieure appelée zone d'injection, du catalyseur régénéré en provenance d'au moins une zone de régénération, on met en forme le catalyseur au moyen d'un organe de mise en forme présentant une restriction, on met en contact le catalyseur avec la charge, on forme un mélange s'écoulant vers le bas de catalyseur et de charge, et on vaporise au moins la majorité de la charge dans ladite zone d'injection, on craque ladite charge pour obtenir les effluents plus légers, on sépare les effluents du catalyseur usé dans une zone de séparation à l'extrémité inférieure, on récupère les effluents et on recycle le catalyseur usé dans la zone de régénération, le procédé étant caractérisé en ce qu'on fait s'écouler le catalyseur régénéré provenant de la zone de régénération dans une zone de conditionnement du catalyseur en lit fluidisé dense en amont de la zone d'injection comportant une zone de désengagement de gaz, la vitesse de fluidisation par un gaz de fluidisation étant comprise entre 0,1 et 30 cm/s, on régule un flux de catalyseur s'écoulant gravitairement dans la zone d'injection, on injecte la charge dans la zone d'injection en dessous de l'organe de mise en forme du catalyseur, à contre-courant du sens de l'écoulement du catalyseur et sous un angle d'injection prédéterminé en fonction de la quantité de mouvement de la charge et de la quantité de mouvement du catalyseur et l'on fait s'écouler le mélange contenant la charge vaporisée dans la zone réactionnelle ou droppeur.

**[0012]** Le flux de catalyseur s'écoulant gravitairement à travers la restriction à section de passage variable ou constante est, en règle générale, compris entre 200 et 20 000 kg/m<sup>2</sup>.s et de préférence entre 1 000 et 10 000 kg/m<sup>2</sup>.s, une excellente plage de valeurs se situant entre 4 000 et 6 000 kg/m<sup>2</sup>.s.

**[0013]** Avantageusement, on peut injecter la charge par une pluralité d'injecteurs disposés tout autour de la paroi de la zone d'injection sous un angle inférieur ou égal à 30 degrés par rapport à l'horizontale et de préférence sous un angle de 5 à 25 degrés.

**[0014]** En général, l'angle d'injection  $\beta$  est déterminé de manière à ce que la résultante des vecteurs prenant en compte la quantité de mouvement de la charge et la quantité de mouvement du catalyseur soit sensiblement horizontale, par exemple à plus ou moins dix degrés autour de l'horizontale. Plus précisément, le rapport massique catalyseur sur charge dans la zone d'injection peut être compris entre 5 et 20, de préférence entre 10 et 18. La vitesse du catalyseur s'écoulant gravitairement par la restriction peut être de 0,1 à 20 m/s et avantagement de 0,5 à 5 m/s, tandis que la vitesse des gouttelettes de charge atomisée est habituellement comprise entre 50 et 100 m/s et de préférence 70 à 90 m/s.

**[0015]** Un rideau de catalyseur peut être réalisé par exemple de deux façons :

- Selon une première variante, on peut utiliser un organe de mise en forme dudit rideau, comportant une partie fixe accolée à la paroi de la zone d'injection et solidaire de celle-ci et une partie mobile centrale coopérant avec la partie fixe pour créer ladite restriction présentant une section de passage du catalyseur variable. La régulation du flux de catalyseur dans la zone d'injection pour un débit déterminé peut alors être réalisée en faisant varier la section de passage entre ladite partie fixe et ladite partie mobile dudit organe de mise en forme du catalyseur. Ce mode de régulation ajustable est particulièrement avantageux lors du démarrage de l'unité, qui comporte un régime transitoire.

- Selon une deuxième variante, le rideau de catalyseur peut être réalisé par un organe de mise en forme comportant une partie fixe centrale coopérant avec la paroi de la zone d'injection ou avec une partie fixe accolée à ladite paroi.

La partie centrale, fixe ou mobile selon la variante, de forme avantagement conique ou tronconique détermine avec la paroi habituellement cylindrique une restriction de section de passage du catalyseur constante ou variable selon le cas et de préférence annulaire. Bien évidemment, la partie centrale fixe ou mobile pourrait être de forme cylindrique, sphérique ou ovoïde. De tels organes de mise en forme du catalyseur sont décrits dans le brevet de la demanderesse (FR 2631857) incorporé comme référence, qui enseigne de plus une injection de charge perpendiculaire à la direction de l'écoulement du catalyseur.

- Selon une troisième variante, le catalyseur peut traverser une restriction sur ledit organe de mise en forme, présentant une section de passage sensiblement constante mais de forme circulaire.

**[0016]** On peut ajuster le débit de catalyseur dans la zone d'injection, au moyen d'une vanne à ouverture variable qui peut être celle selon la première variante, ou une vanne à ouverture variable disposée sur la ligne d'introduction du catalyseur régénéré et chaud du régénérateur vers la zone de conditionnement. Cette vanne est par ailleurs asservie à une sonde de température en sortie du droppeur.

**[0017]** Selon une caractéristique du procédé, la zone de conditionnement du catalyseur peut comporter une zone de désengagement du gaz du catalyseur au dessus du niveau du lit fluidisé dense, de hauteur comprise entre le tiers et la moitié de la hauteur totale de la zone de conditionnement. On peut équilibrer les pressions dans la zone de conditionnement et dans la zone de régénération au moyen d'une ligne d'équilibrage de pressions raccordant la zone de désengagement à la partie supérieure de la zone de régénération. Dans ces conditions, les hauteurs des lits fluidisés denses dans la zone de conditionnement et dans la zone de régénération sont sensiblement au même niveau.

**[0018]** Comme le gaz peut se désengager facilement du catalyseur dans un volume suffisamment important de la zone de désengagement, il n'y a sensiblement pas de bulles de gaz de fluidisation qui remontent dans la conduite d'alimentation en catalyseur en provenance du régénérateur et donc on ne constate pas de perturbation de l'écoulement des solides.

**[0019]** La chambre d'injection de la zone réactionnelle est en général dimensionnée pour recevoir une masse donnée de catalyseur telle que le temps de séjour dans cette zone est habituellement compris entre 0,02 s et 0,5 s et de préférence compris entre 0,03 s et 0,1 s.

**[0020]** Le catalyseur peut être un de ceux connus de l'homme du métier, par exemple ceux cités dans le brevet US 5296131.

L'organe d'introduction de la charge d'hydrocarbures peut être n'importe quel organe bien connu de l'homme du métier permettant l'introduction d'une charge d'hydrocarbures de préférence sous forme de gouttelettes ayant de préférence un diamètre moyen inférieur à  $5 \times 10^{-4}$  mètre (m) et avantagement inférieur à  $1 \times 10^{-4}$  (m). Il est préférable que la charge d'hydrocarbures soit introduite de manière à former des fines gouttelettes réparties de façon homogène au

niveau de la zone d'introduction. Un fluide auxiliaire dit d'atomisation favorisant l'obtention de fines gouttelettes peut également être introduit avec la charge d'hydrocarbures. Ce fluide auxiliaire sera habituellement un gaz tel que la vapeur d'eau, ou un gaz relativement riche en hydrogène ou en composés hydrogénés en provenance d'autres unités de la raffinerie.

**[0021]** L'atomisation est en général effectuée à l'extérieur de la zone réactionnelle.

**[0022]** Les injecteurs de type conventionnel débouchent habituellement, par leur extrémité, à l'intérieur de la zone d'injection. Le jet de gouttelettes de charge de dimension sensiblement égale à celle des particules et sous un angle d'injection selon l'invention, brise le rideau tombant ou la veine tombante de catalyseur.

**[0023]** Ces injecteurs sont habituellement disposés à la périphérie de la zone d'injection, sous l'organe de mise en forme du catalyseur et leur extrémité se situe dans au moins un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe de la zone d'injection ou du droppeur.

**[0024]** La distance de ces injecteurs, comptée à partir des points d'impact théorique des jets de charge sur l'axe de la zone d'injection (ou de la zone réactionnelle), au point le plus bas de l'organe de mise en forme du catalyseur est au plus égale à 2 fois le diamètre de la zone d'injection.

**[0025]** De préférence, cette distance peut être de 0,5 à 1 fois le diamètre de la zone d'injection.

**[0026]** L'optimisation de cette distance et de l'angle d'injection de la charge à contre courant combinée avec l'optimisation des flux de catalyseurs s'écoulant par la restriction permet notamment d'améliorer la sélectivité en essence.

**[0027]** L'invention concerne aussi une unité de craquage catalytique à réacteur descendant ou droppeur pour craquer catalytiquement une charge hydrocarbonée en présence d'un catalyseur de craquage et pour produire un effluent de produits légers et du catalyseur de craquage coké. L'unité comprend un organe présentant une restriction pour la mise en forme du catalyseur en amont du droppeur, une alimentation en charge communiquant avec une chambre d'injection à la partie supérieure du droppeur et mettant en contact la charge avec le catalyseur mis en forme, une enceinte de séparation des effluents du catalyseur coké à la partie inférieure du droppeur et au moins une enceinte de régénération du catalyseur coké communiquant avec l'enceinte de séparation et une ligne d'alimentation de catalyseur régénéré reliant l'enceinte de régénération à l'organe de mise en forme du catalyseur, ladite unité étant caractérisée en ce qu'elle comporte une enceinte de conditionnement du catalyseur régénéré en lit fluidisé dense connectée entre le régénérateur et l'organe de mise en forme du catalyseur, ladite enceinte comprenant des moyens de fluidisation et ayant une zone de désengagement du catalyseur du gaz, de volume approprié à la partie supérieure de ladite enceinte, qui communique par une ligne d'équilibrage de pressions avec la partie supérieure de l'enceinte de régénération, et en ce que la chambre d'injection de la charge comporte une pluralité d'injecteurs reliés à la ligne d'alimentation en charge et introduisant la charge à contre-courant de l'écoulement du catalyseur, en dessous de l'organe de mise en forme du catalyseur, vers l'axe de ladite chambre sous un angle inférieur ou égal à 30 degrés par rapport à l'horizontale.

**[0028]** L'invention sera mieux comprise au vu de la figure illustrant schématiquement le procédé et le dispositif selon un axe longitudinal.

**[0029]** Selon la figure 1, un dispositif 1 de craquage catalytique en lit fluidisé entraîné connu en soi comprend essentiellement un droppeur (réacteur descendant) 13 alimenté en sa partie supérieure par du catalyseur conditionné dans une enceinte de conditionnement 2. Cette enceinte est alimentée en catalyseur par une ligne 3 oblique, provenant d'une zone de régénération qui contient dans le cas précis deux régénérateurs 4 et 17 en lit fluidisé, superposés.

**[0030]** Le droppeur est alimenté dans sa partie supérieure par une charge introduite par des injecteurs 12 et vaporisée au contact du catalyseur régénéré chaud (780 °C environ). Les effluents sont séparés du catalyseur dans un strippeur 14 connu en soi, évacués par une ligne 15 tandis que le catalyseur une fois strippé par de la vapeur d'eau par exemple et contenant du coke est recyclé dans le premier régénérateur 17 par une ligne de recyclage 16. Le catalyseur régénéré en partie, en présence d'un gaz contenant de l'oxygène est remonté dans le second régénérateur 4 par un lift 25, où il subit une seconde combustion en présence d'un gaz contenant de l'oxygène. On ne discutera pas de la présence de cyclones ou des moyens de fluidisation dans le séparateur ou les régénérateurs qui sont bien connus de l'homme du métier, et qui ne sont pas représentés sur la figure par souci de simplification.

**[0031]** Plus précisément, le catalyseur régénéré et chaud provenant de la seconde zone de régénération en phase fluidisée dense est introduit gravitairement par la ligne 3 inclinée dans l'enceinte de conditionnement 2 en lit fluidisé dense en amont du droppeur 13.

**[0032]** Un anneau 5 de fluidisation alimente en un gaz de fluidisation 5a qui peut être de la vapeur d'eau, la partie inférieure de l'enceinte de conditionnement du catalyseur à une vitesse de 10 cm/s. Le catalyseur présente alors une masse volumique par exemple comprise entre 550 et 800 kg/m<sup>3</sup> et typiquement de 600 kg/m<sup>3</sup>.

**[0033]** L'enceinte 2 de conditionnement du catalyseur est dimensionnée de façon à présenter dans sa partie supérieure une zone 8 de désengagement du gaz du catalyseur, située au dessus de l'arrivée de la ligne 3 et de hauteur comprise entre le tiers et le quart de la hauteur totale de l'enceinte de conditionnement. Une ligne 9 d'équilibrage des pressions relie la zone de désengagement à la partie supérieure du second régénérateur.

**[0034]** Dans ces conditions, le niveau 7 du lit fluidisé dans le second régénérateur contrôlé par une sonde de niveau 23 et asservi par un régulateur 24 au débit d'air de remontée (lift) du catalyseur, correspond sensiblement à celui 6 du

lit fluidisé dans l'enceinte de conditionnement.

**[0035]** En aval de l'enceinte de conditionnement 2, le dispositif comporte une chambre d'injection 10 de diamètre au moins égal à celui du droppeur, à l'entrée de laquelle une vanne 11 de régulation de flux ou vanne de mise en forme d'un rideau tombant de catalyseur laisse s'échapper, par sa section annulaire d'ouverture ou restriction, un flux de catalyseur d'environ 800 kg/m<sup>2</sup>.s.

**[0036]** Cette vanne peut avoir une partie centrale fixe ou insert qui détermine avec la paroi de la zone d'injection la section de passage du flux de catalyseur déterminée en combinaison avec une autre vanne de régulation de débit 19 sur la ligne d'admission de catalyseur 3.

**[0037]** La vanne de mise en forme du rideau, selon une autre variante non représentée, peut comporter une partie centrale mobile reliée à une tige, selon le brevet FR 2631857, cette tige étant protégée du catalyseur par une gaine contenant un gaz de balayage. Ladite partie centrale mobile de la vanne détermine avec son siège une section de passage annulaire adéquate pour un débit donné de catalyseur délivré par la vanne de régulation 19 et donc un flux approprié.

**[0038]** La chambre d'injection présente en général un diamètre plus grand que celui de la restriction (le plus grand diamètre du rideau annulaire de catalyseur formé) de sorte que les embouts d'injecteurs de charge n'interceptent pas le rideau de catalyseur.

**[0039]** La charge, après avoir été atomisée à l'extérieur du dispositif, est injectée par une pluralité d'injecteurs 12 disposés à la périphérie, sur un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe du droppeur et dont le jet de gouttelettes de charge est dirigé vers ledit axe selon un angle d'injection voisin de 25 degrés d'angle sous la vanne 11, à contre courant du rideau tombant de catalyseur, ce qui permet de le briser.

**[0040]** La distance des injecteurs, comptée à partir des points d'impact théorique des jets de charge sur l'axe de la chambre d'injection (ou du droppeur), au point le plus bas de l'organe de mise en forme du rideau de catalyseur est au plus égale à 2 fois le diamètre de l'enceinte d'injection et de préférence comprise entre 0,5 et 1 fois ce diamètre.

**[0041]** Cet éloignement des injecteurs par rapport à la vanne 11 évite d'une part l'érosion de la vanne et d'autre part les zones de recirculation au dessus des injecteurs, du catalyseur et/ou de la charge.

**[0042]** La charge est ainsi vaporisée au contact du catalyseur chaud et le mélange peut s'écouler ensuite vers le bas dans le droppeur 13 où s'effectue la réaction de craquage. Ce droppeur peut avoir un diamètre inférieur à celui de l'enceinte d'injection.

**[0043]** Les effluents de craquage sont recueillis après strippage à la vapeur d'eau par la ligne 15 et le catalyseur est recyclé vers le premier régénérateur 17.

**[0044]** La vanne de régulation de débit 19 est en général asservie par une ligne 22 à une mesure de température 20 donnée par une sonde 21 disposée à l'extrémité inférieure du droppeur.

**[0045]** Le démarrage de l'unité est en général réalisé en fermant la restriction 11 à flux variable ou en fermant une vanne tout ou rien non représentée sur la figure, placée par exemple en dessous de l'organe 11, lorsque celui-ci, à partie centrale fixe, détermine une section de passage constante de catalyseur.

**[0046]** Ces opérations permettent de remplir l'enceinte de conditionnement du catalyseur au niveau adéquat grâce à la vanne de débit 19 et à la ligne d'équilibrage des pressions 9.

**[0047]** La partie de l'organe de mise en forme du catalyseur en regard avec la charge injectée peut présenter une forme concave et ainsi déterminer une zone de confinement pour la vaporisation de celle-ci susceptible d'améliorer la sélectivité de la réaction de craquage.

#### Exemple

**[0048]** On introduit une charge pétrolière ayant une densité  $d_4^{15} = 0,95$  et une température à 50 % de distillat  $T_{50} = 510$  °C dans un craqueur catalytique descendant, dans les conditions opératoires selon l'invention suivante :

Catalyseur : de type Octa 4 de Grace Davidson

Masse volumique du grain : 1280 Kg/m<sup>3</sup>

Diamètre moyen : 75 micromètres

Débit de catalyseur : 1 t/h

Rapport massique catalyseur sur charge : c/o = 17

Vitesse de fluidisation dans la zone de conditionnement : 15 cm/s correspondant à une masse volumique de 580 kg/m<sup>3</sup>.

Flux de catalyseur s'écoulant à travers la section de passage annulaire : 980 kg/m<sup>2</sup>.s

Vitesse des gouttelettes de charge atomisée : 70 m/s

Température de sortie du second régénérateur égale à la température de la zone de conditionnement du catalyseur : 780 °C

Température en sortie du droppeur : 550 °C.

**[0049]** La distance selon l'axe des injecteurs de charge par rapport à l'insert (point le plus bas) est de 0,5 fois le diamètre de la chambre d'injection.

**[0050]** Le tableau comparatif suivant montre l'influence de l'angle d'injection de la charge, les autres paramètres opératoires restant constants :

Rendement en % poids	Injection à co-courant	Injection à contre courant		Injection à courant croisé
	$\beta = -10$ degrés	$\beta = 35$ degrés	$\beta = 22$ degrés	$\beta = 0$ degré
LPG + gaz secs	22,5	26	24	23
Essence C5 $\rightarrow$ 210 °C	39,0	41	41	40
LCO 210 °C - 380 °C	18,5	17	17,6	18,5
Slurry 380 °C <sup>+</sup>	12,0	8	9,6	11
Coke	8	8	7,8	7,5

**[0051]** L'exemple montre l'avantage d'une injection de la charge à contre courant du catalyseur ( $\beta = 22$  degrés) par rapport à une injection à co-courant ou à une injection à contre-courant mais sous un angle supérieur à 30 degrés, combinée à l'introduction dans la chambre d'injection d'un catalyseur, sous forme d'un rideau, de masse volumique et de flux appropriés.

**[0052]** On favorise ainsi la conversion des produits lourds au profit des coupes légères plus valorisables (essence et LPG), grâce à un meilleur contact du catalyseur chaud et des gouttelettes de charge.

## Revendications

- Procédé de craquage catalytique en lit fluidisé d'une charge pétrolière en effluents plus légers dans une zone de craquage catalytique comprenant une zone (13) réactionnelle ou droppeur dans laquelle on introduit, à une extrémité supérieure appelée zone (10) d'injection, du catalyseur régénéré en provenance d'au moins une zone (4) de régénération, on fait s'écouler le catalyseur régénéré provenant de la zone (4) de régénération dans une zone (2) de conditionnement du catalyseur en lit fluidisé dense en amont de la zone d'injection comportant une zone (8) de désengagement de gaz, la vitesse de fluidisation par un gaz de fluidisation étant comprise entre 0,1 et 30 cm/s, on régule un flux de catalyseur s'écoulant gravitairement dans la zone d'injection, on met en forme le catalyseur au moyen d'un organe (11) de mise en forme présentant une restriction, on met en contact le catalyseur avec la charge, on forme un mélange s'écoulant vers le bas de catalyseur et de charge, et on vaporise au moins la majorité de la charge dans ladite zone d'injection, on craque ladite charge pour obtenir les effluents plus légers, on sépare les effluents du catalyseur usé dans une zone (14) de séparation à l'extrémité inférieure, on récupère les effluents, on recycle le catalyseur usé dans la zone de régénération, le procédé étant **caractérisé en ce qu'on** injecte la charge dans la zone d'injection en dessous de l'organe de mise en forme du catalyseur, à contre-courant du sens de l'écoulement du catalyseur et sous un angle d'injection prédéterminé en fonction de la quantité de mouvement de la charge et de la quantité de mouvement du catalyseur et l'on fait s'écouler le mélange contenant la charge vaporisée dans la zone réactionnelle.
- Procédé selon la revendication 1 dans lequel le rapport massique c/o (catalyseur sur charge) dans la zone d'injection est compris entre 5 et 20 et de préférence entre 10 et 18.
- Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la vitesse du catalyseur dans la zone d'injection est de 0,1 à 20 m/s et de préférence 0,5 à 5 m/s et la vitesse de la charge atomisée est de 50 à 100 m/s et de préférence 70 à 90 m/s.
- Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel on réalise un rideau de catalyseur au moyen de l'organe de mise en forme du catalyseur qui comporte une partie fixe solidaire de la paroi de la zone d'injection et une partie mobile centrale coopérant avec ladite partie fixe pour créer ladite restriction présentant une section de passage variable.
- Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel on régule le flux de catalyseur pour un débit déterminé dans la zone d'injection en faisant varier la section de passage entre la partie fixe et la partie mobile dudit organe de mise en forme du catalyseur.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel on fait s'écouler gravitairement le catalyseur par l'organe de mise en forme du catalyseur qui comporte ladite restriction présentant une section de passage constante.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel on fait s'écouler à travers la section de passage un flux de catalyseur compris entre 200 et 20 000 kg/m<sup>2</sup>.s et de préférence entre 1 000 et 10 000 kg/m<sup>2</sup>.s.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7 dans lequel le temps de séjour dans la zone d'injection de la charge est compris entre 0,02 s et 0,5 s.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8 dans lequel la zone de conditionnement du catalyseur comporte la zone (8) de désengagement de gaz au dessus du lit fluidisé dont le niveau s'établit sensiblement autour de celui du lit fluidisé dans la zone de régénération et de hauteur comprise entre le quart et la moitié de la hauteur totale de la zone de conditionnement du catalyseur et dans lequel on équilibre les pressions dans la zone de conditionnement et dans la zone de régénération au moyen d'une ligne (9) d'équilibrage raccordant la zone de désengagement à la partie supérieure de la zone de régénération.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9 dans lequel l'angle d'injection de la charge est inférieur ou égal à 30 degrés, la valeur d'angle zéro étant exclue, et de préférence compris entre 5 et 25 degrés.
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10 dans lequel la zone d'injection a un diamètre supérieur ou égal à celui de la zone réactionnelle.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11 dans lequel la distance des injecteurs de charge comptée à partir des points d'impact théorique des jets de charge sur l'axe de la zone d'injection (ou de la zone réactionnelle), au point le plus bas de l'organe de mise en forme du catalyseur est au plus égale à 2 fois le diamètre de la zone d'injection.
13. Unité de craquage catalytique comprenant un droppeur (13) pour craquer catalytiquement une charge hydrocarbonée en présence d'un catalyseur de craquage et pour produire un effluent de produits légers et du catalyseur de craquage coké, au moins une enceinte (4) de régénération de catalyseur coké, une enceinte (2) de conditionnement du catalyseur régénéré en lit fluidisé dense connecté entre le régénérateur et un organe (11) de mise en forme du catalyseur, ladite enceinte de conditionnement comprenant des moyens (5) de fluidisation et ayant une zone (8) de désengagement du catalyseur du gaz, de volume approprié à la partie supérieure de ladite enceinte, qui communique par une ligne (9) d'équilibrage de pressions avec la partie supérieure de l'enceinte de régénération, ledit organe (11) présentant une restriction pour la mise en forme du catalyseur en amont du droppeur, une alimentation en charge communiquant avec une chambre (10) d'injection à la partie supérieure du droppeur et mettant en contact la charge avec le catalyseur mis en forme, une enceinte (14) de séparation des effluents du catalyseur coké à la partie inférieure du droppeur et communiquant avec l'enceinte de régénération, ladite unité étant **caractérisée en ce que** la chambre (10) d'injection de la charge comporte une pluralité d'injecteurs (12) introduisant la charge à contre-courant de l'écoulement du catalyseur, en dessous de l'organe de mise en forme du catalyseur, vers l'axe de ladite chambre sous un angle inférieur ou égal à 30 degrés par rapport à l'horizontale.
14. Unité selon la revendication 13 dans laquelle l'organe de mise en forme du catalyseur comporte une partie fixe solidaire de la paroi de la zone d'injection et une partie mobile centrale coopérant avec ladite partie fixe pour créer ladite restriction et former un rideau de catalyseur.
15. Unité selon la revendication 13, dans laquelle l'organe de mise en forme du catalyseur comporte une restriction de section de passage du catalyseur constante.
16. Unité selon l'une des revendications 13 à 15, dans laquelle la distance des injecteurs de charge comptée à partir des points d'impact théoriques des jets de charge sur l'axe de la zone d'injection (ou de la zone réactionnelle), au point le plus bas de l'organe de mise en forme du catalyseur est au plus égale à 2 fois le diamètre de la zone d'injection.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum katalytischen Kracken im Wirbelbett einer Erdölcharge in leichtere Abströme in einer katalytischen

Krackzone, die eine Reaktionszone (13) oder sog. Dropper umfasst, in die man an einem oberen Injektionszone (10) genannten Ende regenerierten Katalysator einführt, der aus wenigstens einer Regenerationszone (4) stammt, man den regenerierten Katalysator aus der Regenerationszone (4) in eine Konditionierungszone (2) für den Katalysator im dichten Wirbelbett vor der eine Gasfreisetzungszone (8) umfassenden Injektionszone strömen lässt, wobei die Geschwindigkeit der Fluidisierung durch ein Fluidisierungsgas zwischen 0,1 und 30 cm/s liegt, man einen Katalysatorstrom steuert, der durch Schwerkraft in die Injektionszone strömt, den Katalysator vermittelt eines Formgebungsorgans (11), das eine Verengung aufweist, formt, den Katalysator mit der Charge kontaktiert, ein Gemisch bildet, das Katalysator und Charge nach unten strömen lässt und man wenigstens den überwiegenden Teil der Charge in der Injektionszone verdampft, diese Charge krackt, um leichtere Abströme zu erhalten, die Abströme des verbrauchten Katalysators in einer Separatorzone (14) am unteren Ende trennt, die Abströme gewinnt und den verbrauchten Katalysator in die Regenerationszone rezykliert, Verfahren, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Charge in die Injektionszone unterhalb des Formgebungsorgans für den Katalysator im Gegenstrom zur Strömungsrichtung des Katalysators und unter einem festgelegten Injektionswinkel als Funktion der Größe der Bewegung der Charge und der Bewegungsgröße des Katalysators injiziert und man das die verdampfte Charge enthaltende Gemisch in die Reaktionszone strömen lässt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Massenverhältnis c/o (Katalysator zu Charge) in der Injektionszone zwischen 5 und 20 und bevorzugt zwischen 10 und 18 beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Geschwindigkeit des Katalysators in der Injektionszone zwischen 0,1 und 20 m/s und bevorzugt zwischen 0,5 und 5 m/s und die Geschwindigkeit der zerstäubten Charge zwischen 50 und 100 m/s und bevorzugt zwischen 70 und 90 m/s beträgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, bei dem man einen Katalysatorvorhang vermittelt des Organs zur Formgebung des Katalysators realisiert, welches einen festen fest mit der Wand der Injektionszone verbundenen Teil und einen beweglichen mittigen Teil umfasst, der mit diesem festen Teil zusammenwirkt, um diese Verengung, die einen variablen Durchlassquerschnitt hat, zu erzeugen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem man den Katalysatorstrom für einen gegebenen Durchsatz in der Injektionszone einstellt bzw. steuert, indem man den Durchlassquerschnitt zwischen dem festen Teil und dem beweglichen Teil dieses Formgebungsorgans des Katalysators variieren lässt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem man durch Schwerkraft den Katalysator durch das Formgebungsorgan für den Katalysator strömen lässt, welches diese Verengung umfasst, die über einen konstanten Durchlassquerschnitt verfügt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem man quer durch den Durchlassquerschnitt einen Katalysatorstrom fließen lässt, der zwischen 200 und 20 000 kg/m<sup>2</sup>.s, bevorzugt zwischen 1 000 und 10 000 kg/m<sup>2</sup>.s, ausmacht.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Verweilzeit der Injektionszone der Charge zwischen 0,02 und 0,5 s beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Konditionierungszone für den Katalysator die Gasfreisetzungszone (8) oberhalb des Wirbelbetts umfasst, deren Niveau sich im wesentlichen um das dieses Wirbelbetts in der Regenerationszone erstreckt und von einer Höhe zwischen dem Viertel und der Hälfte der Gesamthöhe der Konditionierungszone des Katalysators ist und bei dem man die Drücke in der Konditionierungszone und in der Regenerationszone vermittelt einer Ausgleichsleitung (9) ausgleicht, welche die Freisetzungszone im oberen Teil der Regenerationszone anschließt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem dieser Injektionswinkel für die Charge kleiner oder gleich 30 Grad ist und der Winkel null ausgeschlossen ist und bevorzugt zwischen 5 und 25 Grad liegt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Injektionszone einen Durchmesser größer oder gleich dem der Reaktionszone hat.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem der Abstand der Injektoren für die Charge, berechnet ausgehend von den theoretischen Auftreffpunkten der Chargenstrahlen auf die Achse der Injektionszone (oder



der Reaktionszone) zum untersten Punkt des Formgebungsorgans des Katalysators höchstens gleich dem zweifachen Durchmesser der Injektionszone ist.

13. Katalytische Krackeinheit mit einer Reaktionszone, wo die Charge von oben nach unten fließt oder tropft, einem sog. Dropper (13), um katalytisch eine kohlenwasserstoffhaltige Charge in Anwesenheit eines Krackkatalysators zu kracken und um einen Abstrom für leichte Produkte und für verkokten Krackkatalysator zu erzeugen, mit wenigstens einem Regenerationsgefäß (4) für den verkokten Katalysator, einem Konditionierungsgefäß (2) für den regenerierten Katalysator im dichten Wirbelbett, verbunden mit dem Regenerator und einem Organ (11) zur Formgebung des Katalysators, wobei das Konditionierungsgefäß Mittel (5) zur Fluidisierung und eine Katalysatorfreisetzungszone (8) für Gas umfasst, und zwar von einem geeigneten Volumen im oberen Teil dieses Gefäßes, das über eine Druckausgleichsleitung (9) mit dem oberen Teil des Regenerierungsgefäßes in Verbindung steht und dieses Organ (11) eine Verengung zur Formgebung des Katalysators vor dem Dropper aufweist, eine Chargenspeisung, die mit einer Injektionskammer (10) im oberen Teil des Droppers in Verbindung steht und die Charge mit dem geformten Katalysator in Kontakt setzt, einem Trenngefäß (14) für die Abströme des verkokten Katalysators im unteren Teil des Droppers, die mit dem Regenerationsgefäß in Verbindung steht, wobei diese Einheit **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Injektionskammer (10) für die Charge eine Vielzahl von Injektoren (12) umfasst, welche die Charge im Gegenstrom zur Strömung des Katalysators unter dem Organ zur Formgebung des Katalysators gegen die Achse dieser Kammer unter einem Winkel kleiner oder gleich 30 Grad, bezogen auf die Horizontale, einführt.
14. Einheit nach Anspruch 13, bei der das Organ zur Formgebung des Katalysators einen festen fest mit der Wand der Injektionszone verbundenen Teil und einen mittigen beweglichen Teil umfasst, der mit diesem festen Teil zusammenwirkt, um diese Verengung zu erzeugen und einen Katalysatorvorhang zu bilden.
15. Einheit nach Anspruch 13, bei der das Formgebungsorgan für den Katalysator eine Verengung von einem konstanten Katalysatordurchlassquerschnitt umfasst.
16. Einheit nach einem der Ansprüche 13 bis 15, bei der der Abstand der Chargeninjektoren, berechnet ausgehend von den theoretischen Auftreffpunkten der Charge auf die Injektionsachse (oder Reaktionszone) zum tiefsten Punkt des Katalysatorformgebungsorgans höchstens gleich dem zweifachen Durchmesser der Injektionszone ist.

## Claims

1. A process for the fluidized bed catalytic cracking of a petroleum feed to lighter effluents in a catalytic cracking zone comprising a reaction zone (13) or dropper into an upper end of which, termed the injection zone (10), regenerated catalyst from at least one regeneration zone (4) is introduced, the regenerated catalyst is circulated from the regeneration zone (4) in a dense fluidized bed catalyst conditioning zone (2) upstream of the injection zone, which comprises a gas disengagement zone (8), the fluidization rate by a fluidization gas being in the range 0.1 to 30 cm/s, a throughput of catalyst flowing under gravity in the injection zone is regulated, the catalyst is shaped by means of a shaping means (11) having a constriction, the catalyst is brought into contact with the feed, a downward flowing mixture of catalyst and feed is formed, and at least the majority of the feed is vaporised in said injection zone, said feed is cracked to obtain lighter effluents, the effluents are separated from the used catalyst in a separation zone (14) at the lower end of the reaction zone, the effluents are recovered and the used catalyst is recycled to the regeneration zone, the process being **characterized in that** the feed is injected into the injection zone below the catalyst shaping means, in a counter-current to the direction of flow of the catalyst and at a pre-set injection angle which depends on the linear momentum of the feed and the linear momentum of the catalyst and the mixture containing the vaporised feed is caused to flow in the reaction zone.
2. A process according to claim 1, in which the catalyst to feed (c/o) weight ratio in the injection zone is in the range 5 to 20, preferably in the range 10 to 18.
3. A process according to claim 1 or claim 2, in which the flow rate of the catalyst in the injection zone is 0.1 to 20 m/s, preferably 0.5 to 5 m/s, and the flow rate of the atomised feed is 50 to 100 m/s, preferably 70 to 90 m/s.
4. A process according to any one of claims 1 to 3, in which a curtain of catalyst is formed by means of a means for shaping said curtain which comprises a fixed portion fixed to the wall of the injection zone and integral therewith and a central movable portion co-operating with the fixed portion to create said constriction with a variable cross

section for passage of the catalyst.

- 5 5. A process according to any one of claims 1 to 4, in which the throughput of the catalyst is regulated for a given flow rate in the injection zone by varying the cross section of flow between the fixed portion and the movable portion of said means for shaping the catalyst.
6. A process according to any one of claims 1 to 3, in which the catalyst is caused to flow under gravity by the means for shaping the catalyst which comprises said constriction having a constant cross section of flow.
- 10 7. A process according to any of claims 1 to 6, in which the throughput of the catalyst flowing through the cross section is in the range 200 to 20000 kg/m<sup>2</sup>.s, preferably in the range 1000 to 10000 kg/m<sup>2</sup>.s.
8. A process according to any one of claims 1 to 7, in which the residence time in the feed injection zone is in the range 0.02s to 0.5s.
- 15 9. A process according to any one of claims 1 to 8, in which the catalyst conditioning zone comprises a zone (8) for disengaging gas from the catalyst above the dense fluidized bed at a height which substantially that of the fluidized bed in the regeneration zone and at a height between a quarter and half the total height of the conditioning zone, and in which the pressures in the conditioning zone and in the regeneration zone are equalized by means of an equalization line (9) connecting the disengaging zone to the upper portion of the regeneration zone.
- 20 10. A process according to any one of claims 1 to 9, in which the angle of injection of the feed is less than or equal to 30 degrees, excluding zero degree, to the horizontal, preferably at an angle of 5 to 25 degrees.
- 25 11. A process according to any one of claims 1 to 10, in which the diameter of the injection zone is greater than or equal to that of the reaction zone.
- 30 12. A process according to any one of claims 1 to 11, in which the distance of the feed injectors, from the theoretical points of impact of the jets of feed on the axis of the injection zone (or the reaction zone) to the lowest point of the catalyst shaping means, is at most twice the diameter of the injection zone.
- 35 13. A catalytic cracking unit comprising a dropper reactor (13) for catalytically cracking a hydrocarbon feed in the presence of a cracking catalyst to produce an effluent of lighter products and coked cracking catalyst, at least one coked catalyst regeneration chamber (4), a chamber (2) for conditioning the regenerated catalyst into a dense fluidized bed connected between the regeneration chamber and means (11) for shaping the catalyst, said conditioning chamber comprising fluidization means (5) and having a zone (8) for disengaging catalyst from gas, of suitable volume, in the upper portion of said chamber, which communicates with the upper portion of the regeneration chamber via a line (9) for equalizing pressure, the means (11) having a constriction for shaping the catalyst upstream of the dropper, a feed supply communicating with an injection chamber (10) at the upper portion of the dropper and bringing the feed into contact with the shaped catalyst, a chamber (14) for separating effluents from coked catalyst in the lower portion of the dropper and communicating with the regeneration chamber, said unit being **characterized in that** the feed injection chamber (10) comprises a plurality of injectors (12) introducing the feed as a counter-current to the catalyst flow, below the catalyst shaping means, towards the axis of said chamber at an angle of 30° or less to the horizontal.
- 40 45 14. A unit according to claim 13, in which the catalyst shaping means comprises a fixed portion which is integral with the wall of the injection zone and a central movable portion which co-operates with said fixed portion to create said constriction and form a curtain of catalyst.
- 50 15. A unit according to claim 13, in which the catalyst shaping means comprises a constriction with a constant cross section of catalyst flow.
- 55 16. A unit according to any one of claims 13 to 15, in which the distance of the feed injectors, from the theoretical points of impact of the jets of feed on the axis of the injection zone (or the reaction zone) to the lowest point of the catalyst shaping means, is at most twice the diameter of the injection zone.

