

①⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 18.04.01.

③⑦ Priorité : 18.04.00 CN 00105687.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.10.01 Bulletin 01/42.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : CHINA PETROCHEMICAL CORPO-
RATION — CN et RESEARCH INSTITUTE OF PETRO-
LEUM PROCESSING-SINOPEC — CN.

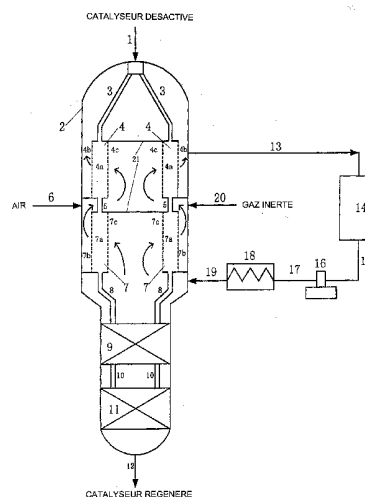
⑦② Inventeur(s) : ZHAO RENDIAN, ZHAO ZHIHAI,
WANG JIN, ZHANG LANXIN, SHI FENG et FU JINHUI.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX.

⑤④ PROCÉDE POUR RÉGÉNÉRER EN CONTINU DES PARTICULES DE CATALYSEUR.

⑤⑦ Procédé pour régénérer des particules de catalyseur en continu comprenant: le passage des particules de catalyseur désactivées vers le bas successivement par la première zone de combustion du coke (4), la deuxième zone de combustion du coke (7), la zone d'oxychloration (9), et la zone de calcination (11) dans le régénérateur (2). Les particules de catalyseur sont mises en contact avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion (7), l'air sec fourni, et un gaz inerte dans la première zone de combustion (4). Un gaz de régénération contenant de l'oxygène provenant de la deuxième zone de combustion (7) est introduit dans le régénérateur, dans lequel il est mis en contact avec les particules de catalyseur. Le gaz de régénération est éliminé du régénérateur par la première zone de combustion (4) et recyclé vers la deuxième zone de combustion du coke.



PROCEDE POUR REGENERER EN CONTINU DES PARTICULES DE
CATALYSEUR

Arrière-plan de l'invention

La présente invention concerne un procédé pour régénérer un catalyseur utilisé dans la transformation d'hydrocarbures, plus particulièrement, elle concerne un procédé pour régénérer en continu des particules de catalyseur.

Le reformage catalytique est une technologie importante pour produire de l'essence à haut indice d'octane et des aromatiques, et de l'hydrogène en tant que produit secondaire, dans laquelle les réactions effectuées comprennent la déshydrogénation, la déshydrocyclisation, l'isomérisation, le craquage et le cokage, etc. Le coke formé par cokage se dépose sur la surface du catalyseur et cause sa désactivation, de sorte qu'il est nécessaire de régénérer le catalyseur et de restaurer son activité par régénération. La régénération comprend généralement la combustion du coke, l'oxychloration, la calcination et la réduction. La combustion du coke consiste à brûler le coke déposé sur le catalyseur et à dissiper la chaleur générée par

la combustion à l'aide d'un gaz contenant de l'oxygène. L'oxychloration consiste à fournir le composant chlore perdu par le catalyseur et à oxyder les composants de métal actifs et de les répartir uniformément sur la surface du support du catalyseur. La calcination consiste à éliminer l'eau contenue dans le catalyseur. La réduction consiste à réduire les composants de métal actifs dans des états oxydés dans une atmosphère d'hydrogène.

10 Actuellement, un lit radial est adopté dans la configuration du corps principal de la zone de combustion du coke d'un régénérateur de reformage continu dans l'industrie, dans lequel les particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas dans le lit annulaire sous l'effet de la gravité, et un gaz de régénération contenant de l'oxygène passe dans le lit de catalyseur dans la direction radiale, réalisant ainsi la combustion de coke continue.

La durée d'utilisation du catalyseur de reformage dépend principalement de la vitesse de diminution de sa surface spécifique et les principaux facteurs qui affectent la vitesse de diminution de la surface spécifique sont l'humidité du gaz de régénération, la température de régénération, et le temps de séjour du catalyseur dans la zone à haute température. Il a été indiqué par O. Clause et al. dans "Continuing Innovation in Cat Reforming (1998 NPRA, AM-98-39) que la perte de la surface spécifique du catalyseur diminue avec la diminution de la teneur en eau dans le gaz de régénération. La teneur de traces de vapeur d'huile adsorbée par le catalyseur désactivé contenant du carbone dans le système de réaction et le coke déposé

sur le catalyseur génèrent une grande quantité de vapeur au cours de la réaction de combustion, conduisant ainsi à une teneur relativement élevée d'eau dans le gaz de régénération. D'autre part, un
5 environnement à haute température et haute humidité a un effet indésirable sur les propriétés physiques du catalyseur parce que la combustion de coke est conduite à haute température, ce qui cause ainsi une perte de surface spécifique du catalyseur et l'agglomération de
10 particules de platine et affecte l'activité du catalyseur. Parallèlement, la présence d'une grande quantité de vapeur accélère la perte du composant acide, le chlore, par le catalyseur.

Pour un lit de combustion de coke radial, à
15 l'entrée du lit où le catalyseur possédant une haute teneur en carbone est en contact avec le gaz de régénération contenant de l'oxygène passant transversalement dans le lit de catalyseur, une grande quantité de chaleur est libérée par la combustion du
20 coke. Une telle chaleur converge progressivement dans la direction du crible intérieur et conduit la température dans la partie supérieure du lit à augmenter, tandis que la température dans la partie inférieure du lit augmente légèrement parce que la
25 teneur en carbone dans le catalyseur est faible et moins de chaleur est libérée. Par conséquent, le lit radial présente l'inconvénient de l'irrégularité de la distribution de température dans l'ensemble du lit. La zone à haute température dans la partie supérieure du
30 lit a un effet indésirable sur les performances du catalyseur, tandis que la température dans la partie inférieure est relativement faible et il est possible

d'augmenter plus avant la capacité de combustion du coke. Par conséquent, l'ajustement correct de la distribution de température dans le lit doit avoir un effet positif sur la protection des performances du catalyseur et la prolongation de sa durée d'utilisation.

La forme initiale de la zone de combustion du coke d'un régénérateur de reformage continu a une forme de bande. Par exemple, dans les technologies proposées dans USP 3 692 496, USP 3 725 249, USP 3 761 390 et USP 3 838 038, les particules de catalyseur se déplacent lentement dans un espace en forme de bande sous l'effet de la gravité, et le gaz de régénération est introduit d'un côté et aspiré de l'autre côté. Après avoir traversé une unité de lavage caustique et une soufflerie à gaz de régénération, le gaz de régénération retourne dans la zone de combustion du coke du régénérateur pour utilisation recyclée. L'oxygène requis pour la combustion du coke est fourni partiellement par le gaz contenant de l'oxygène provenant de la zone d'oxychloration. Etant donné qu'il n'y a pas de système de séchage dans la boucle de recyclage du gaz de régénération des brevets ci-dessus, la teneur en eau dans le gaz de régénération est relativement élevée, affectant ainsi la durée d'utilisation du catalyseur.

Dans la technologie de régénération thermique proposée dans USP 4 578 370, la zone de combustion du coke dans le régénérateur est une section de configuration de lit radial et les particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas dans un espace annulaire sous l'effet de la gravité. L'espace

gazeux entre le crible extérieur de la zone de combustion du coke et la paroi intérieure du régénérateur est divisé en deux parties. Après avoir été collecté dans le tuyau central, le gaz de régénération est retiré du régénérateur, une petite partie de celui-ci étant évacuée et le reste traversant une souffleuse de gaz de régénération, et est divisé en deux parties. Une partie entre dans la section de combustion du coke supérieure par l'intermédiaire d'un refroidisseur à air et d'un chauffage, et l'autre partie entre directement dans la section de combustion du coke inférieure. Etant donné qu'aucun système de séchage n'est proposé dans la boucle de recyclage du gaz de régénération, la teneur en eau dans le gaz de régénération est ajustée en fournissant de l'air et en évacuant le gaz de régénération pour atteindre finalement une valeur équilibrée. La teneur en eau dans le gaz de régénération est toujours maintenue à un niveau relativement élevé, exerçant ainsi un effet indésirable sur les performances du catalyseur.

Dans la technologie de régénération proposée dans USP 4 859 643 et USP 5 277 880, la zone de combustion du coke du régénérateur possède une configuration conique. Le lit a des épaisseurs différentes en différentes positions axiales. Cela peut améliorer la distribution du gaz le long de la position axiale. La partie supérieure du lit est plus fine et la quantité de gaz distribué est plus grande, tandis que la partie inférieure du lit est plus épaisse et la quantité de gaz distribué est plus faible, ce qui permet ainsi de mieux répondre au besoin d'oxygène en différentes positions axiales et de réduire le temps de séjour du

catalyseur dans la zone à haute température dans la partie supérieure du lit. Cependant, étant donné qu'aucun système de séchage n'est proposé dans la boucle de recyclage du gaz de régénération, la teneur
5 en eau dans le gaz de régénération est relativement élevée.

Dans la technologie de régénération proposée dans USP 4 880 604 et USP 4 977 119, la zone de combustion du coke du régénérateur possède une configuration en
10 forme de bande. les particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas dans l'espace en forme de bande sous l'effet de la gravité. La partie supérieure et la partie inférieure du crible extérieur possèdent des taux de perforation différents,
15 permettant ainsi des distributions différentes du gaz de régénération le long de la direction axiale, de sorte qu'une plus grande quantité de gaz est distribuée dans la partie supérieure, tandis qu'une quantité plus faible de gaz est distribuée en différentes positions
20 axiales. Cependant, étant donné qu'aucun système de séchage n'est proposé dans la boucle de recyclage du gaz de régénération, la teneur en eau dans le gaz de régénération est relativement élevée.

Dans la plupart des technologies présentées dans
25 les brevets ci-dessus, les teneurs en eau dans les gaz de régénération recyclés sont toutes relativement élevées et la combustion du coke pour régénérer les particules de catalyseur est conduite dans un environnement à haute température et à haute teneur en
30 eau. Un tel environnement peut causer aisément une perte de la surface spécifique du catalyseur, réduisant ainsi sa durée d'utilisation. De plus, il existe

couramment le problème de températures élevées au niveau du crible intérieur de la partie supérieure du lit radial. Bien que USP 4 859 643, USP 5 277 880, USP 4 880 604 et USP 4 977 119 proposent une configuration de lit possédant une configuration conique et différents taux de perforation et augmentent ainsi la quantité d'oxygène requise dans la partie supérieure du lit, en conséquence, la température près du crible intérieur dans la partie supérieure du lit est augmentée et donc, le problème de l'irrégularité de la distribution de température dans le lit radial n'est toujours pas résolu.

Dans la technologie de régénération sèche proposée dans USP 5 034 177 le lit de catalyseur dans la zone de combustion du coke est divisé en deux sections qui sont identiques en terme de configuration et taille mais quelque peu différentes en terme de conditions aux entrées, c'est à dire que la température du gaz de régénération dans la deuxième section du lit est supérieure à celle dans la première section du lit et de l'air est fourni par l'intermédiaire de l'espace entre les deux sections pour maintenir la teneur en oxygène à un niveau approprié dans chaque section, respectivement. Après avoir traversé les première et deuxième sections de combustion du coke consécutivement, le gaz de régénération est retiré du régénérateur et mélangé au gaz de sortie de la zone d'oxychloration. Ledit gaz de régénération est ensuite introduit dans le système de lavage et de séchage et renvoyé à la première section de combustion du coke du régénérateur à l'aide du compresseur de recyclage. Bien que la teneur en eau dans le gaz de régénération

recyclé entrant dans le régénérateur soit relativement faible à cause du système de séchage disposé dans la boucle de recyclage du gaz de régénération, le catalyseur est encore dans un environnement à haute température et à haute teneur en eau parce que lorsque le gaz de régénération entre dans la deuxième section de combustion du coke directement depuis la première section de combustion du coke, la vapeur générée dans la première section de combustion du coke dans la partie supérieure par la réaction de combustion de la petite quantité d'hydrocarbures et d'hydrogène dans le coke transporté par le catalyseur désactivé entre également dans la deuxième section de combustion du coke. Un tel environnement peut conduire à une diminution rapide de la surface spécifique du catalyseur et affecter sa durée d'utilisation.

En résumé, il existe principalement deux types de zones de combustion du coke dans les régénérateurs des métiers antérieurs. L'un est un lit radial à deux sections comprenant un système de séchage disposé dans la boucle du gaz de régénération recyclé, et l'autre est un lit radial à une section sans système de séchage dans la boucle du gaz de régénération recyclé. Dans le premier, la vapeur générée par la combustion du coke dans la partie supérieure du lit entre entièrement dans la section de combustion du coke inférieure, conduisant à ce que la combustion du coke finale soit effectuée dans un environnement à haute teneur en eau. Dans le deuxième, la teneur en eau dans la gaz de régénération est encore plus élevée et la température près du crible intérieur dans la partie supérieure du lit est relativement élevée, de sorte que la combustion du coke

est effectuée dans un environnement à haute température et haute teneur en eau. En conséquence, les deux types de combustion du coke ci-dessus présentent le problème selon lequel le catalyseur est dans un environnement à
5 haute température et à haute teneur en eau, ce qui affecte la durée d'utilisation du catalyseur.

L'objet de la présente invention est de proposer un procédé pour régénérer en continu des particules de catalyseur dans un environnement à plus faible
10 température et à plus faible teneur en eau par rapport aux techniques antérieures.

Brève description de l'invention

Le procédé proposé par la présente invention
15 comprend : le passage de particules de catalyseur désactivées contenant du carbone depuis des réacteurs à lit mobile vers le bas successivement à travers la première zone de combustion du coke, la deuxième zone de combustion du coke, la zone d'oxychloration et la
20 zone de calcination dans le régénérateur, dans lequel les particules de catalyseur désactivées sont mises en contact, dans la première zone de combustion du coke, avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke, l'air sec fourni et un gaz
25 inerte ; après combustion du coke dans la première zone de combustion du coke, le retrait dudit gaz de régénération du régénérateur par la première zone de combustion du coke ; et après le système de récupération, son renvoi dans la deuxième zone de
30 combustion du coke où il est mis en contact avec les particules de catalyseur provenant de la première zone

de combustion du coke. Ledit système de récupération comprend une étape de séchage.

Un procédé préféré pour régénérer en continu des particules de catalyseur selon la présente invention comprend : le passage de particules de catalyseur désactivées depuis des réacteurs à lit mobile vers le bas successivement à travers la première zone de combustion du coke, la deuxième zone de combustion du coke, la zone d'oxychloration et la zone de calcination dans le régénérateur sous l'effet de la gravité ; l'introduction d'un gaz de régénération contenant de l'oxygène sec par le bas de la deuxième zone de combustion du coke à une température d'entrée de 480 à 520°C, et son passage à travers le lit de catalyseur de la deuxième zone de combustion du coke le long de la direction radiale de façon centrifuge ou centripète pour brûler la petite quantité de coke restant sur les particules de catalyseur ; le refroidissement dudit gaz de régénération provenant du lit de catalyseur de la deuxième zone de combustion du coke entre 410 et 480°C en ajoutant de l'air sec pour fournir de l'oxygène et un gaz inerte sec ; et ensuite l'introduction dudit gaz de régénération dans la première zone de combustion du coke et son passage à travers le lit de catalyseur de la première zone de combustion du coke le long de la direction radiale de façon centrifuge ou centripète pour brûler la plus grande partie du coke sur les particules de catalyseur ; le retrait du gaz de régénération du régénérateur, son mélange avec le gaz de sortie provenant de la zone d'oxychloration, et ensuite son passage dans le système de récupération comprenant une étape de séchage et ensuite dans le

compresseur ; le chauffage du gaz de régénération sec comprimé à une température de 480 à 520°C et son renvoi dans la deuxième zone de combustion du coke, formant ainsi une boucle de recyclage, dans lequel la teneur en oxygène du gaz de régénération à l'entrée de chaque zone de combustion du coke est de 0,2 à 1,0 % ; la teneur en eau du gaz de régénération entrant dans la deuxième zone de combustion du coke est de 10 à 200 ppm v/v ; et la pression de service dans le régénérateur est de 0,3 à 0,9 MPa (absolue).

Brève description des dessins

Les figures 1 à 4 sont les diagrammes de flux schématiques des premier au quatrième modes de réalisation du procédé de la présente invention respectivement ; les figures 5 et 6 sont les diagrammes de flux schématiques lorsque le procédé proposé par la présente invention est conduit dans un régénérateur comprenant une première zone de combustion du coke possédant une épaisseur variable de lit de catalyseur ; la figure 7 est un diagramme représentant la variation de la surface spécifique du catalyseur en fonction du temps ; la figure 8 est un diagramme représentant la pression statique du gaz de régénération dans un profil de circulation de type Z centripète près du crible intérieur et du crible extérieur en fonction de la position axiale ; et la figure 9 est un diagramme représentant les pressions statiques du gaz de régénération dans un profil de circulation de type Z centrifuge près du crible intérieur et du crible extérieur en fonction de la position axiale.

Description détaillée de l'invention

le régénérateur comprend de bas en haut une première zone de combustion du coke, une deuxième zone de combustion du coke, une zone d'oxychloration, et une
5 zone de calcination successives.

Les particules de catalyseur désactivées provenant de réacteurs à lit mobile entrent dans le régénérateur, et se déplacent lentement vers le bas sous l'effet de la gravité dans l'espace annulaire de la première zone
10 de combustion du coke, où elles sont mises en contact avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke, l'air sec fourni et un gaz inerte, et ensuite les particules de catalyseur désactivées dont la plupart du coke est brûlé entrent
15 dans la deuxième zone de combustion du coke et viennent en contact avec le gaz de régénération sec, et ensuite les particules de catalyseur dont la petite quantité de coke restant est brûlé traversent successivement la zone d'oxychloration pour disperser les composants
20 métalliques et fournir du chlore, et la zone de calcination pour sécher le catalyseur, et ensuite quittent le régénérateur, dans lequel ledit système de récupération comprend une étape de séchage.

Un gaz de régénération contenant de l'oxygène sec
25 est introduit par le bas de la deuxième zone de combustion du coke à une température d'entrée dans l'intervalle de 480 à 520°C et passé à travers le lit de catalyseur de la deuxième zone de combustion du coke le long de la direction radiale de façon centrifuge ou
30 centripète pour brûler la petite quantité de coke restant sur les particules de catalyseur. Le gaz de régénération provenant du lit de catalyseur de la

deuxième zone de combustion du coke est refroidi à une température de 410 à 480°C en ajoutant un air sec pour fournir de l'oxygène et un gaz inerte sec, et est ensuite introduit dans la première zone de combustion du coke et passé à travers le lit de catalyseur de la première zone de combustion du coke le long de la direction radiale de façon centrifuge ou centripète pour brûler la plus grande partie du coke restant sur les particules de catalyseur. Ledit gaz de régénération est ensuite retiré du régénérateur, mélangé au gaz de sortie de la zone d'oxychloration, passé dans un système de récupération comprenant une étape de séchage et entre dans un compresseur, et ensuite le gaz de régénération comprimé sec est chauffé à une température de 480 à 520°C et renvoyé dans la deuxième zone de combustion du coke, formant ainsi une boucle de recyclage, dans laquelle la teneur en oxygène du gaz de régénération à l'entrée de chaque zone de combustion du coke est de 0,2 à 1,0 % ; la teneur en eau du gaz de régénération entrant dans la deuxième zone de combustion du coke est de 10 à 200 ppm v/v ; et la pression de service dans le régénérateur est de 0,3 à 0,9 MPa (absolue).

Ledit crible intérieur dans la première zone de combustion du coke peut être en forme de cylindre avec un diamètre uniforme ou des diamètres variables. Si le crible intérieur dans la première zone de combustion du coke est un cylindre de diamètre variable, le diamètre du crible extérieur ne varie pas en fonction de la hauteur, tandis que le diamètre du crible intérieur peut diminuer de façon conique linéairement de haut en bas, le diamètre minimal étant égal à 60 à 90 % du

diamètre maximal ; le diamètre du crible intérieur peut également diminuer vers le bas depuis le point à 40 à 60 % de la hauteur de la première zone de combustion du coke de haut en bas, le diamètre en bas étant égal
5 à 60 à 90 % du diamètre en haut. Ledit crible intérieur de la deuxième zone de combustion du coke est un cylindre de diamètre uniforme. L'épaisseur du lit dans la première zone de combustion du coke varie suivant la position axiale, de sorte que le gaz traversant le lit
10 supérieur est plus important que celui traversant le lit inférieur, de façon à répondre avantageusement au besoin du catalyseur comprenant une teneur élevée de carbone dans le lit supérieur en oxygène.

Ledit air sec provient d'un système de compression
15 d'air séparé, et le gaz inerte peut venir de sources extérieures ou de la boucle du gaz de régénération.

Lesdits catalyseurs appliqués dans la présente invention peuvent être de n'importe quel type de catalyseurs pour la transformation d'hydrocarbures, en
20 particulier les catalyseurs adaptés pour le reformage catalytique continu ou les catalyseurs bi- ou (multi)-métal contenant d'autres promoteurs.

La combustion du coke des particules de catalyseur désactivées peut être conduite dans la première zone de
25 combustion du coke annulaire et la deuxième zone de combustion du coke annulaire, ou dans la première zone de combustion du coke annulaire d'épaisseur de lit variable et la deuxième zone de combustion du coke annulaire. Chaque cas comporte au moins quatre modes de
30 réalisation.

La combustion du coke des particules de catalyseur désactivées dans la première zone de combustion du coke

annulaire et la deuxième zone de combustion du coke annulaire est prise comme exemple, pour illustrer spécifiquement chaque mode de réalisation du procédé selon la présente invention comme suit.

5

Mode de réalisation 1

Des particules de catalyseur désactivées provenant du réacteur entrent dans la première zone de combustion du coke du régénérateur par le haut vers le bas et
10 viennent en contact avec le gaz de régénération contenant de l'oxygène provenant de la deuxième zone de combustion du coke, l'air sec fourni et un gaz inerte ; les particules de catalyseur désactivées sur lesquelles la plus grande partie du coke est brûlé entrent dans la
15 deuxième zone de combustion du coke et viennent en contact avec le gaz contenant de l'oxygène sec provenant de la boucle de recyclage ; les particules de catalyseur désactivées sur lesquelles la petite quantité de coke restant est brûlé traversent
20 successivement la zone d'oxychloration pour disperser les composants métalliques et fournir du chlore et la zone de calcination pour sécher le catalyseur, puis quittent le régénérateur. La direction du flux de gaz de régénération dans les zones de combustion du coke
25 est comme suit : le gaz de régénération recyclé entre dans l'espace formé par le crible intérieur de la deuxième zone de combustion du coke par sa base ; en traversant successivement le crible intérieur, le lit radial et le crible extérieur de la deuxième zone de
30 combustion du coke, ledit gaz de régénération entre dans l'espace formé par le crible intérieur de la première zone de combustion du coke ; après avoir

traversé successivement le crible intérieur, le lit radial et le crible extérieur de la première zone de combustion du coke, ledit gaz de régénération quitte le régénérateur, et ensuite le gaz de régénération sec et
5 comprimé est recyclé de nouveau vers le bas de la deuxième zone de combustion du coke.

Mode de réalisation 2

Des particules de catalyseur désactivées entrent
10 dans la première zone de combustion du coke du régénérateur par le haut vers le bas et viennent en contact avec le gaz de régénération contenant de l'oxygène provenant de la deuxième zone de combustion du coke, l'air sec fourni et un gaz inerte ; les
15 particules de catalyseur désactivées sur lesquelles la plus grande partie du coke est brûlé entrent dans la deuxième zone de combustion du coke et viennent en contact avec le gaz contenant de l'oxygène sec provenant de la boucle de recyclage ; les particules de
20 catalyseur désactivées sur lesquelles la petite quantité de coke restant est brûlé traversent successivement la zone d'oxychloration pour fournir du chlore et la zone de calcination pour sécher le catalyseur, puis quittent le régénérateur. La direction
25 du flux de gaz de régénération dans les zones de combustion du coke est comme suit : le gaz de régénération recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke traverse successivement le crible extérieur, le lit radial et le crible intérieur, et
30 entre dans l'espace formé par le crible intérieur de la deuxième zone de combustion du coke par sa base et entre dans l'espace formé par le crible intérieur de la

deuxième zone de combustion du coke et entre ensuite dans l'espace formé par le crible intérieur de la première zone de combustion du coke ; après avoir traversé successivement le crible intérieur, le lit
5 radial et le crible extérieur de la première zone de combustion du coke, ledit gaz de régénération quitte le régénérateur ; et ensuite le gaz de régénération sec et comprimé est recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke.

10

Mode de réalisation 3

Des particules de catalyseur désactivées entrent dans la première zone de combustion du coke du régénérateur par le haut vers le bas et viennent en
15 contact avec le gaz de régénération contenant de l'oxygène provenant de la deuxième zone de combustion du coke, l'air sec fourni et un gaz inerte ; les particules de catalyseur désactivées sur lesquelles la plus grande partie du coke est brûlé entrent dans la
20 deuxième zone de combustion du coke et viennent en contact avec le gaz contenant de l'oxygène sec provenant de la boucle de recyclage ; les particules de catalyseur désactivées sur lesquelles la petite quantité de coke restant est brûlé traversent
25 successivement la zone d'oxychloration pour fournir du chlore et la zone de calcination pour sécher le catalyseur, puis quittent le régénérateur. La direction du flux de gaz de régénération dans les zones de combustion du coke est comme suit : le gaz de
30 régénération recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke traverse successivement le crible extérieur, le lit radial et le crible intérieur, et

entre dans l'espace formé par le crible intérieur de la deuxième zone de combustion du coke par sa base et entre dans l'espace formé par le crible intérieur de la deuxième zone de combustion du coke ; et ensuite le gaz
5 de régénération entre dans l'espace annulaire formé entre le crible extérieur de la première zone de combustion du coke et la paroi intérieure du régénérateur, traverse successivement le crible extérieur, le lit radial et le crible intérieur de la
10 première zone de combustion du coke et quitte ensuite le régénérateur ; et ensuite le gaz de régénération sec et comprimé est recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke.

15 Mode de réalisation 4

Des particules de catalyseur désactivées entrent dans la première zone de combustion du coke du régénérateur par le haut vers le bas et viennent en contact avec le gaz de régénération contenant de
20 l'oxygène provenant de la deuxième zone de combustion du coke, l'air sec fourni et un gaz inerte ; les particules de catalyseur désactivées sur lesquelles la plus grande partie du coke est brûlée entrent dans la deuxième zone de combustion du coke et viennent en
25 contact avec le gaz contenant de l'oxygène sec provenant de la boucle de recyclage ; les particules de catalyseur désactivées sur lesquelles la petite quantité de coke restant est brûlé traversent successivement la zone d'oxychloration pour fournir du
30 chlore et la zone de calcination pour sécher le catalyseur, puis quittent le régénérateur. La direction du flux de gaz de régénération dans les zones de

combustion du coke est comme suit : le gaz de régénération recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke entre dans l'espace formé par son crible intérieur, traverse successivement le crible
5 intérieur, le lit radial et le crible intérieur, et entre dans l'espace annulaire formé entre le crible extérieur de la première zone de combustion du coke et la paroi intérieure du régénérateur ; puis, ledit gaz de régénération traverse successivement le crible
10 extérieur, le lit radial et le crible intérieur de la première zone de combustion du coke, et quitte le régénérateur ; et ensuite le gaz de régénération sec et comprimé est recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke.

15 Le procédé proposé par la présente invention est décrit particulièrement en référence aux dessins, mais le procédé proposé par la présente invention n'est pas limité aux modes de réalisation suivants. De plus, la forme et la taille de l'appareil et des tuyaux ne sont
20 pas limitées par les dessins, mais sont déterminées suivant les situations particulières.

Les figures 1 à 4 sont respectivement les diagrammes de flux schématiques des premier au quatrième modes de réalisation du procédé proposé par
25 la présente invention montrant que la combustion du coke est conduite dans une première zone de combustion du coke annulaire et une deuxième zone de combustion du coke annulaire ; et les figures 5 et 6 sont les diagrammes de flux schématiques du procédé proposé par
30 la présente invention montrant que la combustion du coke est conduite dans un régénérateur comprenant une

première zone de combustion du coke d'épaisseur de lit variable.

La combustion du coke des particules de catalyseur désactivées peut être conduite dans les première zone
5 de combustion du coke et deuxième zone de combustion du coke annulaires.

Comme décrit sur la figure 1, le diagramme de flux du premier mode de réalisation est comme suit :

Les particules de catalyseur désactivées entrent
10 dans le régénérateur 2 par la voie 1, et ensuite entrent dans le lit 4a de la première zone de combustion du coke annulaire 4 par l'intermédiaire d'une pluralité de restrictions 3 et sont mises en contact avec le gaz de régénération provenant de la
15 deuxième zone de combustion du coke 7, l'air sec provenant de la voie 6 et un gaz inerte sec provenant de la voie 20. Une fois que la plupart du coke déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas sous
20 l'effet de la gravité, entrent dans le lit 7a de la deuxième zone de combustion du coke 7 par l'intermédiaire de restrictions 5, et sont mises en contact avec le gaz de régénération recyclé provenant de la voie 19. Une fois que le coke restant déposé sur
25 celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone d'oxychloration 9 (le gaz contenant du chlore n'est pas indiqué sur la figure) par l'intermédiaire de restrictions 8. Après l'oxychloration, lesdites particules de catalyseur
30 entrent dans la zone de calcination 11 par l'intermédiaire de restrictions 10 pour sécher le catalyseur (le gaz contenant de l'oxygène n'est pas

indiqué sur la figure). Puis, les particules de catalyseur régénérées quittent le régénérateur 2 par la voie 12.

Le gaz de régénération recyclé entre dans l'espace
5 formé par le crible intérieur 7c de la deuxième zone 7 de combustion du coke par sa base par la voie 19, puis traverse le crible intérieur 7c et entre dans le lit de catalyseur radial 7a pour entrer en contact avec les
10 particules de catalyseur portant une petite quantité de coke. Ledit gaz de régénération traverse le crible extérieur 7b et entre ensuite dans l'espace formé par le crible intérieur 4c de la première zone de combustion du coke 4. Puis, ledit gaz de régénération traverse le crible intérieur 4c et entre dans le lit de
15 catalyseur radial 4a pour entrer en contact avec les particules de catalyseur désactivées. Ledit gaz de régénération traverse ensuite le crible extérieur 4b, quitte le régénérateur 2 et entre dans le système de récupération 14 par la voie 13. Ensuite, le gaz sec
20 entre dans le compresseur 16 par la voie 15 et le gaz comprimé après avoir été chauffé par le chauffage 18 est recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19.

Comme décrit sur la figure 2, le diagramme de flux
25 du deuxième mode de réalisation est comme suit :

Les particules de catalyseur désactivées entrent dans le régénérateur 2 par la voie 1, et ensuite entrent dans le lit 4a de la première zone de combustion du coke annulaire 4 par l'intermédiaire
30 d'une pluralité de restrictions 3 et entrent en contact avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke 7, l'air sec provenant de la

voie 6 et un gaz inerte sec provenant de la voie 20. Une fois que la plupart du coke déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas sous l'effet de la gravité, entrent dans le lit 7a de la deuxième zone de combustion du coke 7 par l'intermédiaire de restrictions 5, et entrent en contact avec le gaz de régénération recyclé provenant de la voie 19. Une fois que le coke restant déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone d'oxychloration 9 (le gaz contenant du chlore n'est pas indiqué sur la figure) par l'intermédiaire de restrictions 8. Après l'oxychloration, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone de calcination 11 par l'intermédiaire de restrictions 10 pour sécher le catalyseur (le gaz contenant de l'oxygène n'est pas indiqué sur la figure). Puis, les particules de catalyseur régénérées quittent le régénérateur 2 par la voie 12.

Le gaz de régénération recyclé entre dans le régénérateur 2 par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19, puis traverse le crible extérieur 7b et entre dans le lit radial 7a et entre en contact avec les particules de catalyseur portant une petite quantité de coke. Ledit gaz de régénération traverse ensuite le crible intérieur 7c et entre dans l'espace formé par le crible intérieur 7c de la deuxième zone de combustion du coke 7 et entre ensuite dans l'espace formé par le crible intérieur 4c de la première zone de combustion du coke 4. Puis, il traverse le crible intérieur 4c de la première zone de combustion du coke 4 et entre dans le lit de catalyseur

radial 4a, et entre en contact avec les particules de catalyseur désactivées. Ledit gaz de régénération traverse ensuite le crible extérieur 4b et quitte le régénérateur 2, puis entre dans le système de récupération 14 par la voie 13. Le gaz sec entre dans le compresseur 16 par la voie 15. Le gaz comprimé après avoir été chauffé par le chauffage 18 est recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19.

10 Comme décrit sur la figure 3, le diagramme de flux du deuxième mode de réalisation est comme suit :

Les particules de catalyseur désactivées entrent dans le régénérateur 2 par la voie 1, et ensuite entrent dans le lit 4a de la première zone de combustion du coke annulaire 4 par l'intermédiaire d'une pluralité de restrictions 3 et entrent en contact avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke 7, l'air sec provenant de la voie 6 et un gaz inerte sec provenant de la voie 20.

20 Une fois que la plupart du coke déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas sous l'effet de la gravité, entrent dans le lit 7a de la deuxième zone de combustion du coke 7 par l'intermédiaire de restrictions 5, et entrent en contact avec le gaz de régénération recyclé provenant de la voie 19. Une fois que le coke restant déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone d'oxychloration 9 (le gaz contenant du chlore n'est pas

25 indiqué sur la figure) par l'intermédiaire de restrictions 8. Après l'oxychloration, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone de

30

calcination 11 par l'intermédiaire de restrictions 10 pour sécher le catalyseur (le gaz contenant de l'oxygène n'est pas indiqué sur la figure). Les particules de catalyseur régénérées quittent le
5 régénérateur 2 par la voie 12.

Le gaz de régénération recyclé entre dans le régénérateur 2 par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19, puis traverse le crible extérieur 7b et entre dans le lit radial 7a et
10 entre en contact avec les particules de catalyseur portant une petite quantité de coke. Ledit gaz de régénération traverse ensuite le crible intérieur 7c et entre successivement dans l'espace formé par le crible intérieur 7c de la deuxième zone de combustion du
15 coke 7 et entre ensuite dans l'espace annulaire formé par le crible extérieur 4b de la première zone de combustion du coke 4 et la paroi intérieure du régénérateur. Ledit gaz de régénération traverse ensuite le crible extérieur 4b de la première zone de
20 combustion du coke 4 et entre dans le lit de catalyseur radial 4a, et entre en contact avec les particules de catalyseur désactivées. Ledit gaz de régénération traverse ensuite le crible intérieur 4c et quitte le régénérateur 2 par l'espace formé par le crible
25 intérieur 4c de la première zone de combustion du coke 4, et entre dans le système de récupération 14 par la voie 13. Le gaz sec entre dans le compresseur 16 par la voie 15. Le gaz comprimé après avoir été chauffé par le chauffage 18 est recyclé par le bas de la deuxième
30 zone de combustion du coke 7 par la voie 19.

Comme décrit sur la figure 4, le diagramme de flux du deuxième mode de réalisation est comme suit :

Les particules de catalyseur désactivées entrent dans le régénérateur 2 par la voie 1, et ensuite entrent dans le lit 4a de la première zone de combustion du coke annulaire 4 par l'intermédiaire d'une pluralité de restrictions 3 et entrent en contact avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke 7, l'air sec provenant de la voie 6 et un gaz inerte sec provenant de la voie 20. Une fois que la plupart du coke déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas sous l'effet de la gravité, entrent dans le lit 7a de la deuxième zone de combustion du coke 7 par l'intermédiaire de restrictions 5, et entrent en contact avec le gaz de régénération recyclé provenant de la voie 19. Une fois que le coke restant déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone d'oxychloration 9 (le gaz contenant du chlore n'est pas indiqué sur la figure) par l'intermédiaire de restrictions 8. Après l'oxychloration, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone de calcination 11 par l'intermédiaire de restrictions 10 pour sécher le catalyseur (le gaz contenant de l'oxygène n'est pas indiqué sur la figure). Les particules de catalyseur régénérées quittent le régénérateur 2 par la voie 12.

Le gaz de régénération recyclé entre dans l'espace formé par le crible intérieur 7c de la deuxième zone de combustion du coke 7 par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19, puis traverse le crible intérieur 7c et entre dans le lit radial 7a, et entre en contact avec les particules de catalyseur

portant une petite quantité de coke. Ledit gaz de régénération traverse ensuite le crible extérieur 7b et entre ensuite dans l'espace annulaire formé entre le crible extérieur 4b de la première zone de combustion du coke 4 et la paroi intérieure du régénérateur. Ledit gaz de régénération traverse le crible extérieur 4b de la première zone de combustion du coke 4 et entre dans le lit de catalyseur radial 4a, et entre en contact avec les particules de catalyseur désactivées. Puis, ledit gaz de régénération traverse le crible intérieur 4c et quitte le régénérateur 2 par l'espace formé par le crible intérieur 4c de la première zone de combustion du coke 4, et entre dans le système de récupération 14 par la voie 13. Le gaz sec entre dans le compresseur 16 par la voie 15. Le gaz comprimé après avoir été chauffé par le chauffage 18 est recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19.

Le diamètre du crible intérieur de la première zone de combustion du coke décrite sur la figure 5 diminue linéairement du haut vers le bas. Le diamètre du crible intérieur de la première zone de combustion du coke décrite sur la figure 6 diminue du haut vers le bas à partir du point à 40 à 60 % de la hauteur de la première zone de combustion du coke. De façon similaire à la combustion du coke dans la première zone de combustion du coke annulaire avec un diamètre uniforme, ces deux types de configuration possèdent également quatre modes de réalisation respectivement, dont le diagramme de flux de base est le suivant :

Les particules de catalyseur désactivées entrent dans le régénérateur 2 par la voie 1, et ensuite

entrent dans le lit 4a de la première zone de combustion du coke annulaire 4 avec une épaisseur de lit variable par l'intermédiaire d'une pluralité de restrictions 3 et entrent en contact avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke 7, l'air sec provenant de la voie 6 et un gaz inerte sec provenant de la voie 20. Une fois que la plupart du coke déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur se déplacent lentement vers le bas sous l'effet de la gravité, entrent dans le lit 7a de la deuxième zone de combustion du coke 7 par l'intermédiaire de restrictions 5, et entrent en contact avec le gaz de régénération recyclé provenant de la voie 19. Une fois que le coke restant déposé sur celles-ci est brûlé, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone d'oxychloration 9 (le gaz contenant du chlore n'est pas indiqué sur la figure) par l'intermédiaire de restrictions 8. Après l'oxychloration, lesdites particules de catalyseur entrent dans la zone de calcination 11 par l'intermédiaire de restrictions 10 pour sécher le catalyseur (le gaz contenant de l'oxygène n'est pas indiqué sur la figure). Les particules de catalyseur régénérées quittent le régénérateur 2 par la voie 12. Le gaz de régénération recyclé entre dans le lit de catalyseur radial par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19 et entre en contact avec les particules de catalyseur portant une petite quantité de coke. Ensuite, ledit gaz de régénération entre dans le lit de catalyseur radial de la première zone de combustion du coke et quitte le régénérateur 2 après avoir été en

contact avec les particules de catalyseur désactivées, puis entre dans le système de récupération 14 par la voie 13. Le gaz sec entre dans le compresseur 16 par la voie 15. Le gaz comprimé après avoir été chauffé par le chauffage 18 est recyclé par le bas de la deuxième zone de combustion du coke 7 par la voie 19.

Les avantages de la présente invention reposent en ce que :

1. Etant donné qu'une température d'entrée relativement faible du gaz de régénération est adoptée dans la première zone de combustion du coke et une température d'entrée relativement élevée du gaz de régénération est adoptée dans la deuxième zone de combustion du coke, la température du lit près du crible intérieur du lit supérieur de la zone de combustion du coke est relativement faible. Cela est bénéfique pour réduire la vitesse de diminution de la surface spécifique du catalyseur et donc la durée d'utilisation du catalyseur est prolongée de plus de 20 % par rapport aux procédés de régénération sèche conventionnels. En même temps que la petite quantité de coke déposé sur le catalyseur est brûlé, la deuxième zone de combustion du coke fonctionne également en chauffant le catalyseur et permet ainsi au catalyseur d'entrer dans la zone d'oxychloration à une température plus élevée.

2. Etant donné que le gaz de régénération sec traverse la deuxième zone de combustion du coke en premier et traverse ensuite la première zone de combustion du coke, la grande quantité de vapeur générée dans la première zone de combustion du coke est entraînée par le gaz de régénération hors du

régénérateur sans entrer dans la deuxième zone de combustion du coke. Par conséquent, la combustion du coke dans la deuxième zone de combustion du coke est effectuée dans un environnement à faible teneur en eau, empêchant ainsi le gaz de régénération à haute teneur en eau d'entrer en contact avec les particules de catalyseur à haute température pendant la combustion du coke dans le procédé de régénération continue d'un catalyseur. Parallèlement, cela a également pour effet de préserver les performances du catalyseur et de prolonger sa durée d'utilisation, ainsi que de réduire la perte du composant chlore. En conséquence, d'une part, la consommation d'agents de chloration pour fournir le chlore est réduite, et d'autre part, la corrosion du gaz de régénération sur le système de régénération est réduite.

3. Les systèmes de déchloration et de séchage pour le gaz de régénération disposés dans la boucle de régénération réduisent le besoin en terme de qualité de matériau des voies et de l'appareillage. L'adoption d'un profil de circulation du gaz de régénération dans la zone de combustion du coke le long de la direction radiale de manière centrifuge contribue à améliorer la distribution du gaz de régénération et simultanément la tendance à la fixation du catalyseur dans le lit radial est réduite, de sorte qu'un flux relativement important du gaz de régénération est autorisé et la capacité de combustion du coke du régénérateur est augmentée.

Les figures 1 à 4 sont les diagrammes de flux schématiques des premier au quatrième modes de réalisation du procédé proposé par la présente invention respectivement, et la figure 5 et la figure 6

sont les diagrammes de flux schématiques du procédé proposé par la présente invention lorsqu'il est conduit dans un régénérateur comprenant une première zone de combustion du coke à épaisseur de lit variable. Les
5 signes de référence sur les dessins ont les significations suivantes : 2 désigne le régénérateur, dans lequel 4 désigne la première zone de combustion du coke, 7 désigne la deuxième zone de combustion du coke, 9 désigne la zone d'oxychloration, 11 désigne la
10 zone de calcination ; 4a, 4b, 4c désignent le lit de catalyseur, le crible extérieur et le crible intérieur de la première zone de combustion du coke respectivement ; 7a, 7b, 7c désignent le lit de catalyseur, le crible extérieur et le crible intérieur
15 de la deuxième zone de combustion du coke respectivement ; 3 désigne les restrictions ; 5, 8, 10 désignent les restrictions ; 14 désigne le système de récupération ; 16 désigne un compresseur ; 18 désigne un chauffage ; 21 désigne un écran ; et 1, 6, 12, 13,
20 15, 17, 19 désignent tous les canalisations.

Exemple

Les exemples suivants décrivent plus avant le procédé proposé par la présente invention, mais ne
25 doivent pas être considérés comme limitant l'invention.

Exemple 1

Les performances du catalyseur sont étroitement liées à la variation de sa surface spécifique. Afin
30 d'étudier l'effet de la teneur en eau dans le gaz de régénération sur la surface spécifique du catalyseur, des essais de vieillissement sont conduits sur un

catalyseur industriel sphéroïdal 3961 (produit par l'atelier de catalyseur de la raffinerie n° 3, China National Petroleum-gas Corporation) dans des atmosphères de différentes teneurs en eau. Les conditions dans lesquelles les essais ont été conduits sont les suivantes : la phase gazeuse est de l'azote ; la température est de 650°C ; les teneurs en eau dans la phase gazeuse sont de 100 ppm v/v, 3000 ppm v/v, 35000 ppm v/v respectivement.

La variation de la surface spécifique du catalyseur en fonction du temps est représentée sur la figure 7. Il peut être observé sur la figure 7 que la surface spécifique du catalyseur diminue lorsque le temps de traitement est prolongé. Si la teneur en eau dans la phase gazeuse est égale à celle dans le gaz de régénération utilisé dans la présente invention, c'est à dire, 100 ppm v/v, la vitesse de diminution de la surface spécifique est très lente. Mais, si la teneur en eau dans la phase gazeuse est égale à celle dans le gaz de régénération utilisé dans le procédé conventionnel de régénération sèche, c'est-à-dire, 3000 ppm v/v, la vitesse de diminution de la surface spécifique augmente. Si la teneur en eau dans la phase gazeuse est égale à celle dans le gaz de régénération utilisé dans le procédé conventionnel de régénération thermique, c'est à dire, 35000 ppm v/v, la vitesse de diminution de la surface spécifique augmente évidemment.

Si les résultats d'essai ci-dessus sont corrélés à la durée de vie du catalyseur, il peut être conclu que le procédé pour régénérer les particules de catalyseur proposé par la présente invention permet de prolonger

la durée d'utilisation du catalyseur de plus de 20 % par rapport au procédé conventionnel de régénération sèche et de 100 % par rapport au procédé conventionnel de régénération thermique.

5

Exemple 2

La zone de combustion du coke dans le régénérateur selon la présente invention est un lit radial. Si le gaz de régénération traverse le lit de catalyseur le long de la direction radiale, la distribution du gaz de régénération le long de la position axiale a un certain effet sur l'efficacité de la combustion du coke dans le régénérateur. Par conséquent, des essais ont été conduits pour étudier la relation entre la distribution du gaz le long de la position axiale et la manière suivant laquelle le gaz entre dans la zone de combustion du coke.

L'appareillage et les conditions adoptés dans les essais sur le modèle froid sont les suivants : le diamètre du crible extérieur du lit radial est de 400 mm ; le diamètre du crible intérieur est de 130 mm ; la hauteur de la zone perforée du lit est de 1307 mm ; le catalyseur est un support sphéroïdal de $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ sans aucun composant actif sur celui-ci ; le diamètre moyen dudit support est de 1,8 mm ; le gaz utilisé dans les essais est de l'air à un débit de 200 à 800 m³/h.

Le profil de circulation dudit gaz est défini comme étant le type Z, en circulant de façon à entrer par le haut et sortir par le bas ou vice versa ; la circulation de l'extérieur vers l'intérieur le long de la direction radiale est définie comme étant le type

centripète, et la circulation de l'intérieur vers l'extérieur est définie comme étant le type centrifuge. Les deux profils de circulation de type Z, à savoir le type centripète et le type centrifuge, pour la

5 circulation du gaz vers l'intérieur et l'extérieur ont été étudiés respectivement ; le débit de gaz est de $800 \text{ m}^3/\text{h}$. Les profils de distribution de la pression statique au niveau du crible intérieur et du crible extérieur pour les deux cas ci-dessus ont été obtenus

10 comme indiqué sur la figure 8 et la figure 9 respectivement. La force d'entraînement pour faire passer le gaz à travers le lit radial provient de la différence entre les pressions statiques au niveau du crible intérieur et du crible extérieur. Si de telles

15 différences sont identiques aux différentes positions axiales du lit, la distribution du gaz est uniforme le long de la direction axiale. Il peut être observé sur la figure 8 et la figure 9 que la différence entre les pressions statiques au niveau du crible intérieur et du

20 crible extérieur dans un lit radial de type Z centripète varie suivant les différentes positions axiales. La différence de pression statique à l'entrée est plus faible, tandis que celle à la sortie est plus forte, par conséquent la force d'entraînement à la

25 sortie pour que le gaz traverse le lit est plus importante que celle à l'entrée, et le flux du gaz de l'entrée vers la sortie le long de la direction axiale augmente progressivement. La différence entre les pressions statiques au niveau du crible intérieur et du

30 crible extérieur dans un lit radial de type Z centripète varie très peu suivant les différentes

positions axiales de sorte que la distribution est presque uniforme le long de la direction axiale.

Dans le procédé de régénération sèche conventionnel, le profil de circulation de type Z centripète du haut vers le bas du gaz de régénération est utilisé dans la zone de combustion du coke du régénérateur, de sorte que le gaz distribué vers le lit inférieur est plus important que celui distribué vers le lit supérieur. Mais la teneur en coke sur le catalyseur diminue progressivement du haut vers le bas ; c'est à dire que le catalyseur dans le lit supérieur contient plus de coke et nécessite plus d'oxygène pour la combustion du coke. Par conséquent, ce type de profil de circulation présente certains inconvénients en terme de combustion du coke. Le profil de circulation du bas vers le haut du gaz de régénération est utilisé dans la zone de combustion du coke selon la présente invention, de sorte que le gaz distribué vers la partie supérieure du lit est plus important que celui distribué vers la partie inférieure en cas d'utilisation d'un profil de circulation de type Z centripète, ce qui est bénéfique pour l'amélioration de l'efficacité de la combustion du coke du catalyseur. Pour le profil de circulation de type Z centrifuge du gaz, la distribution du flux de gaz est relativement uniforme le long de la direction axiale et présente également certains avantages par rapport au profil de circulation de type Z centripète. En résumé, qu'un profil de circulation de type Z centripète ou centrifuge soit adopté dans la zone de combustion du coke du régénérateur selon la présente invention, il

est supérieur au lit radial de type Z centripète du
procédé sec conventionnel.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour régénérer en continu des particules de catalyseur, dans lequel les particules de catalyseur désactivées passent vers le bas successivement à travers la première zone de combustion du coke (4), la deuxième zone de combustion du coke (7), la zone d'oxychloration (9), et la zone de calcination (11), et sont mises en contact, dans la première zone de combustion du coke, avec le gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke (7), l'air sec fourni et un gaz inerte ; après la combustion du coke dans la première zone de combustion du coke, ledit gaz de régénération est retiré du régénérateur (2) par la première zone de combustion du coke (4), et après le système de récupération (14), est recyclé vers la deuxième zone de combustion du coke (7), où il est mis en contact avec les particules de catalyseur provenant de la première zone de combustion du coke (4).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ledit système de récupération (14) comprend une étape de séchage.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le gaz de régénération peut traverser le lit de catalyseur (7a) de la deuxième zone de combustion du coke (7) le long de la direction radiale de façon centrifuge ou centripète, et traverser ensuite le lit de catalyseur (4a) de la première zone de combustion du

coke (4) le long de la direction radiale de façon centrifuge ou centripète.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel
5 le gaz de régénération peut traverser le lit de catalyseur (7a) de la deuxième zone de combustion du coke (7) le long de la direction radiale de façon centrifuge, et traverser ensuite le lit de catalyseur (4a) de la première zone de combustion du coke (4) le
10 long de la direction radiale de façon centrifuge.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la pression de service du régénérateur (2) est dans l'intervalle de 0,3 à 0,9 MPa.

15

6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la teneur en eau dans le gaz de régénération entrant dans la deuxième zone de combustion du coke (7) est de 10 à 200 ppm v/v.

20

7. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la teneur en oxygène dans le gaz de régénération aux entrées des première et deuxième zones de combustion du coke est dans l'intervalle de 0,2 à 1,0 % v/v.

25

8. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la température du gaz de régénération entrant dans la première zone de combustion du coke (4) est dans l'intervalle de 410 à 480°C.

30

9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la température du gaz de régénération entrant dans la

deuxième zone de combustion du coke (7) est dans l'intervalle de 480 à 520°C.

10. Procédé pour régénérer des particules de catalyseur en continu, comprenant : le passage de particules de catalyseur désactivées depuis des réacteurs à lit mobile vers le bas successivement à travers la première zone de combustion du coke (4), la deuxième zone de combustion du coke (7), la zone d'oxychloration (9) et la zone de calcination (11) sous l'effet de la gravité ; l'introduction d'un gaz contenant de l'oxygène sec par le bas de la deuxième zone de combustion du coke (7), la température d'entrée dudit gaz étant dans l'intervalle de 480 à 520°C ; le passage dudit gaz à travers le lit de catalyseur (7a) de la deuxième zone de combustion du coke (7) le long de la direction radiale de façon centrifuge ou centripète pour brûler la petite quantité de coke sur lesdites particules de catalyseur ; le refroidissement du gaz de régénération provenant de la deuxième zone de combustion du coke (7) entre 410 et 480°C en ajoutant de l'air sec pour fournir de l'oxygène et ajouter un gaz inerte sec, et l'introduction dudit gaz de régénération dans la première zone de combustion du coke (4) ; le passage dudit gaz de régénération à travers le lit de catalyseur (4a) de la première zone de combustion du coke (4) le long de la direction radiale de façon centrifuge ou centripète pour brûler la plus grande partie du coke sur lesdites particules de catalyseur ; le retrait dudit gaz de régénération du régénérateur (2) et son mélange avec le gaz de sortie provenant de la zone d'oxychloration (9) ;

successivement après le système de récupération (14) comprenant une étape de séchage, l'introduction dudit gaz de régénération dans le compresseur, le chauffage du gaz sec comprimé entre 480 et 520°C et son recyclage vers la deuxième zone de combustion du coke (7), formant ainsi un circuit fermé ; dans lequel la teneur en oxygène dans le gaz de régénération à l'entrée de chaque zone de combustion du coke est dans l'intervalle de 0,2 à 1,0 % v/v, la teneur en eau dans le gaz de régénération entrant dans la deuxième zone de combustion du coke (7) est dans l'intervalle de 10 à 200 ppm v/v ; et la pression de service dans le régénérateur (2) est dans l'intervalle de 0,3 à 0,9 MPa.

15

11. Procédé selon la revendication 1 ou 10, dans lequel la première zone de combustion du coke (4) inclus un crible intérieur (4c) qui peut être un cylindre possédant un diamètre uniforme ou un cylindre conique possédant des diamètres réduits du haut vers le bas.

20

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le diamètre dudit crible intérieur (4c) peut être progressivement réduit linéairement du haut vers le bas, son diamètre minimal étant de 60 à 90 % de son diamètre maximal.

25

13. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le diamètre dudit crible intérieur (4c) peut être réduit au point de 40 à 60 % depuis le sommet de la hauteur de la première zone de combustion du coke (4) de façon linéaire vers le bas de sorte que le diamètre

30

en bas dudit crible intérieur (4c) est de 60 à 90% du diamètre en haut dudit crible intérieur (4c).

14. Procédé selon la revendication 1 ou 10, dans
5 lequel la deuxième zone de combustion du coke (7) inclus un crible intérieur (7c) qui est en forme de cylindre.

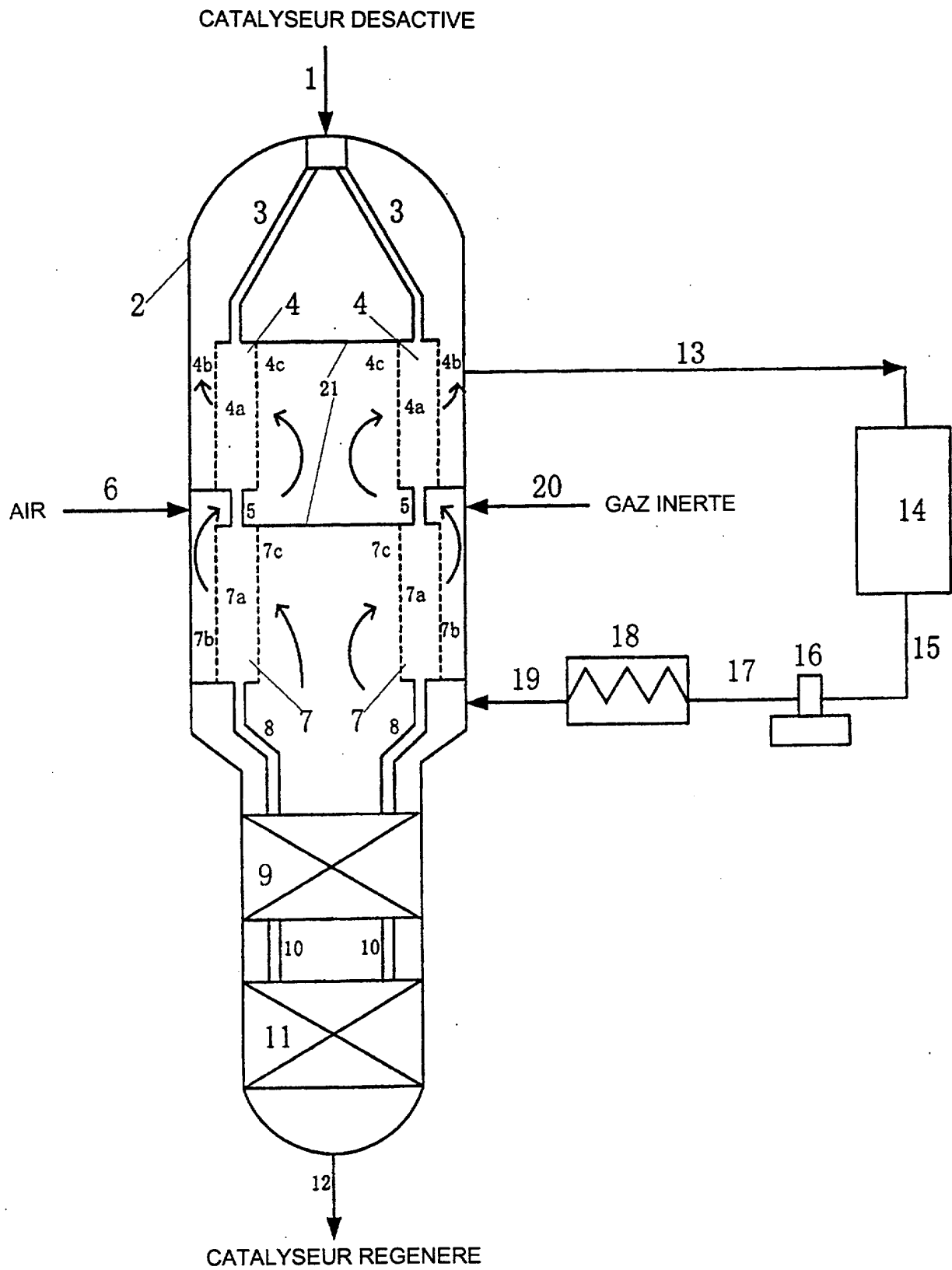


Fig. 1

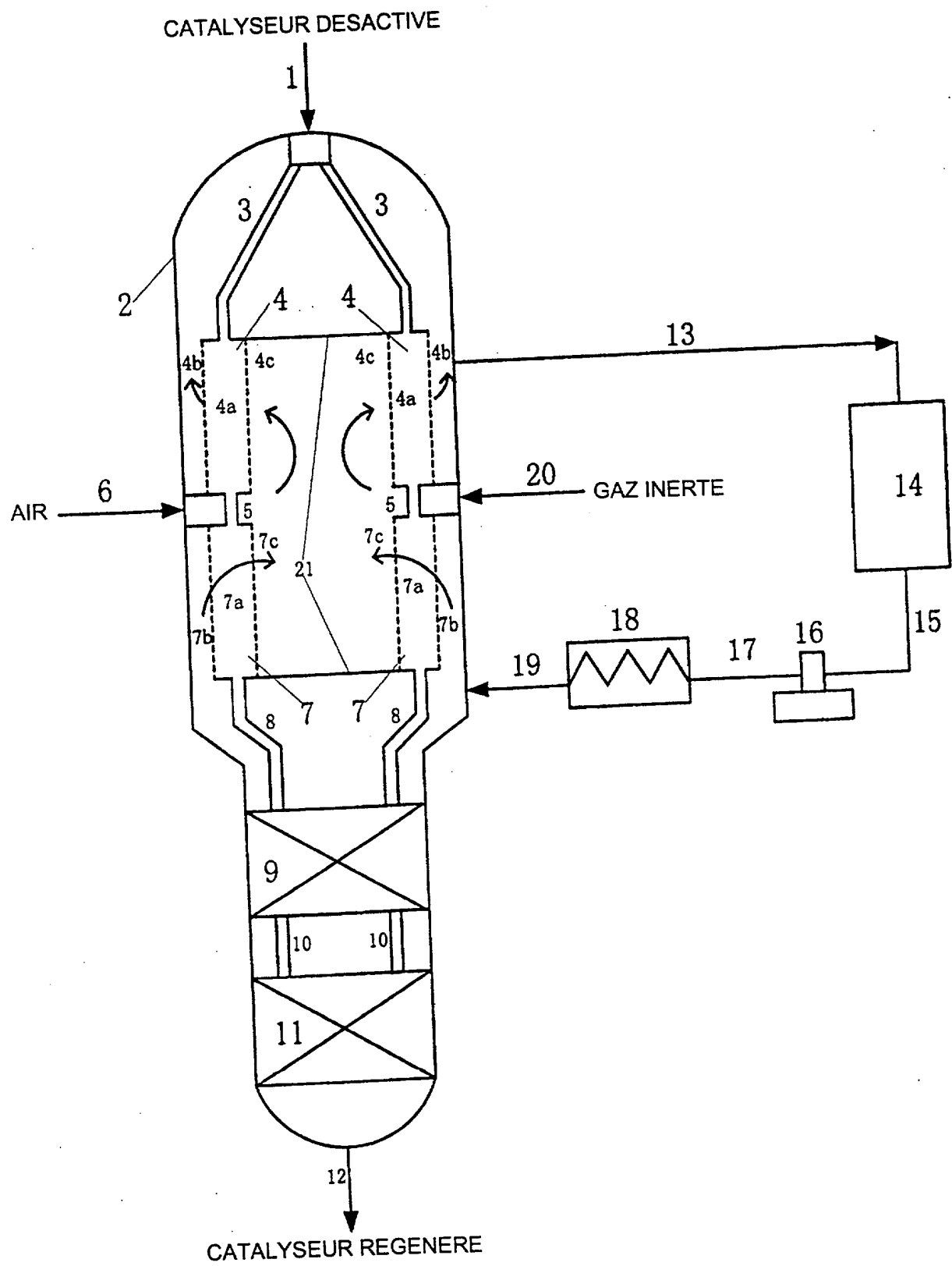
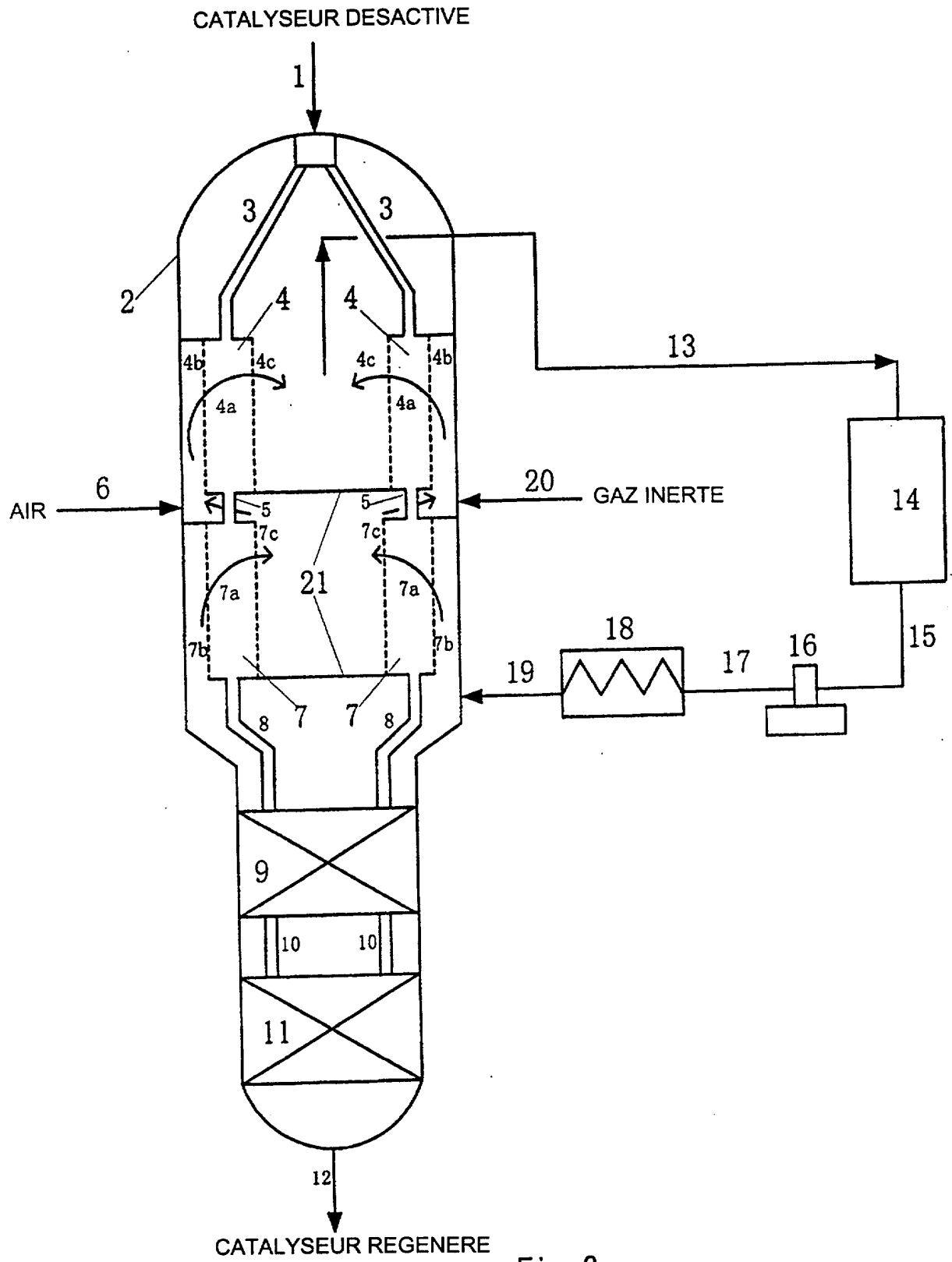


Fig. 2



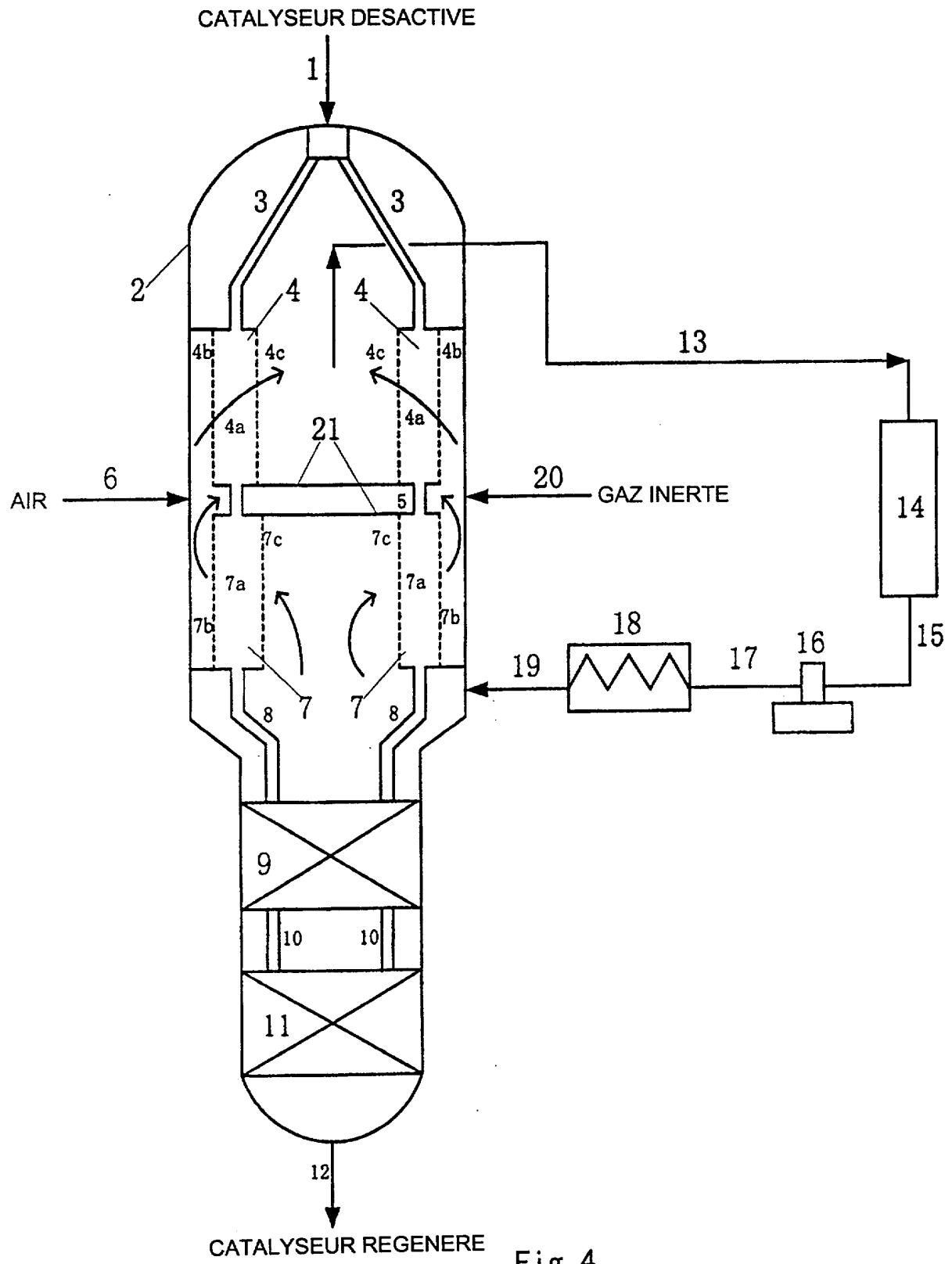


Fig. 4

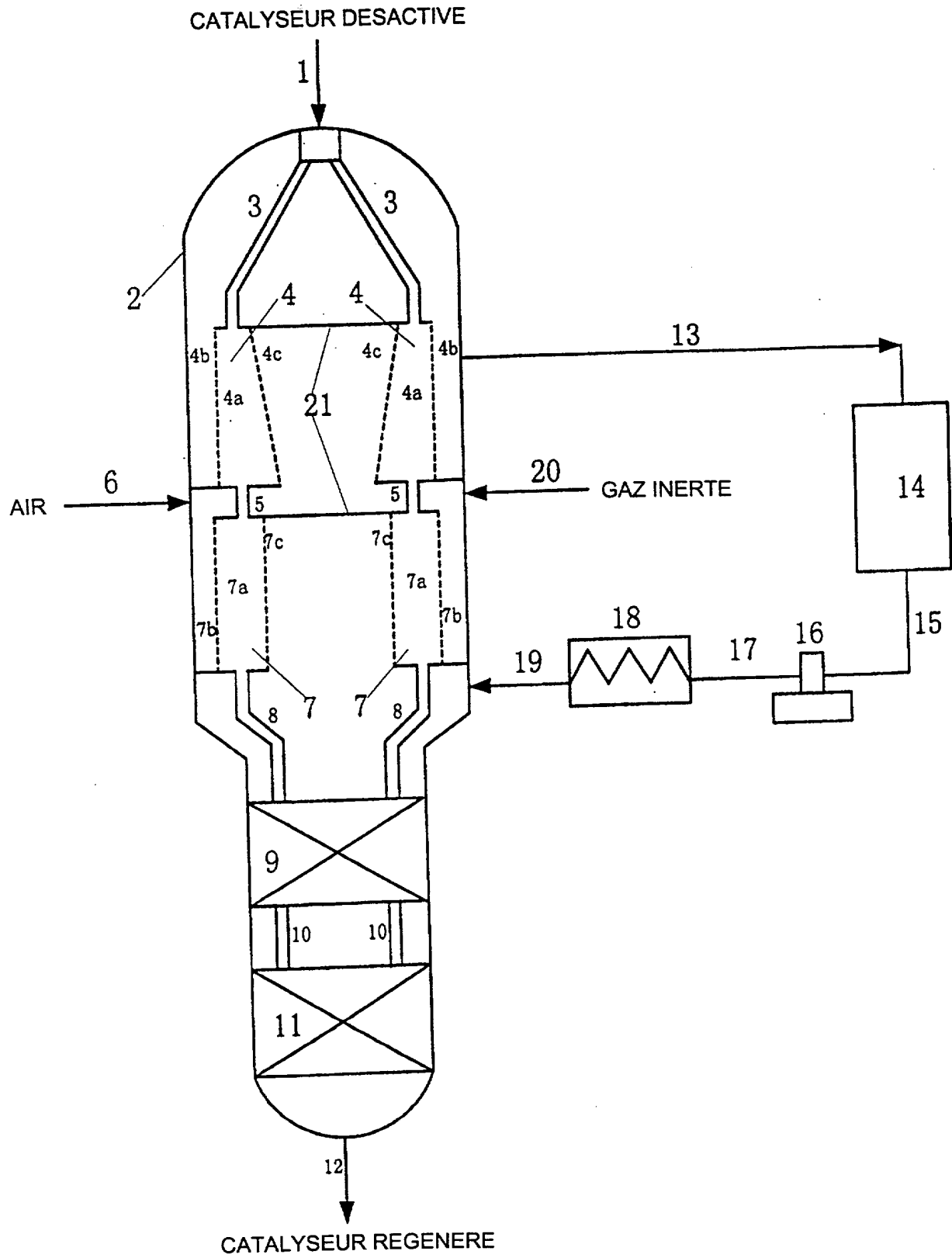


Fig. 5

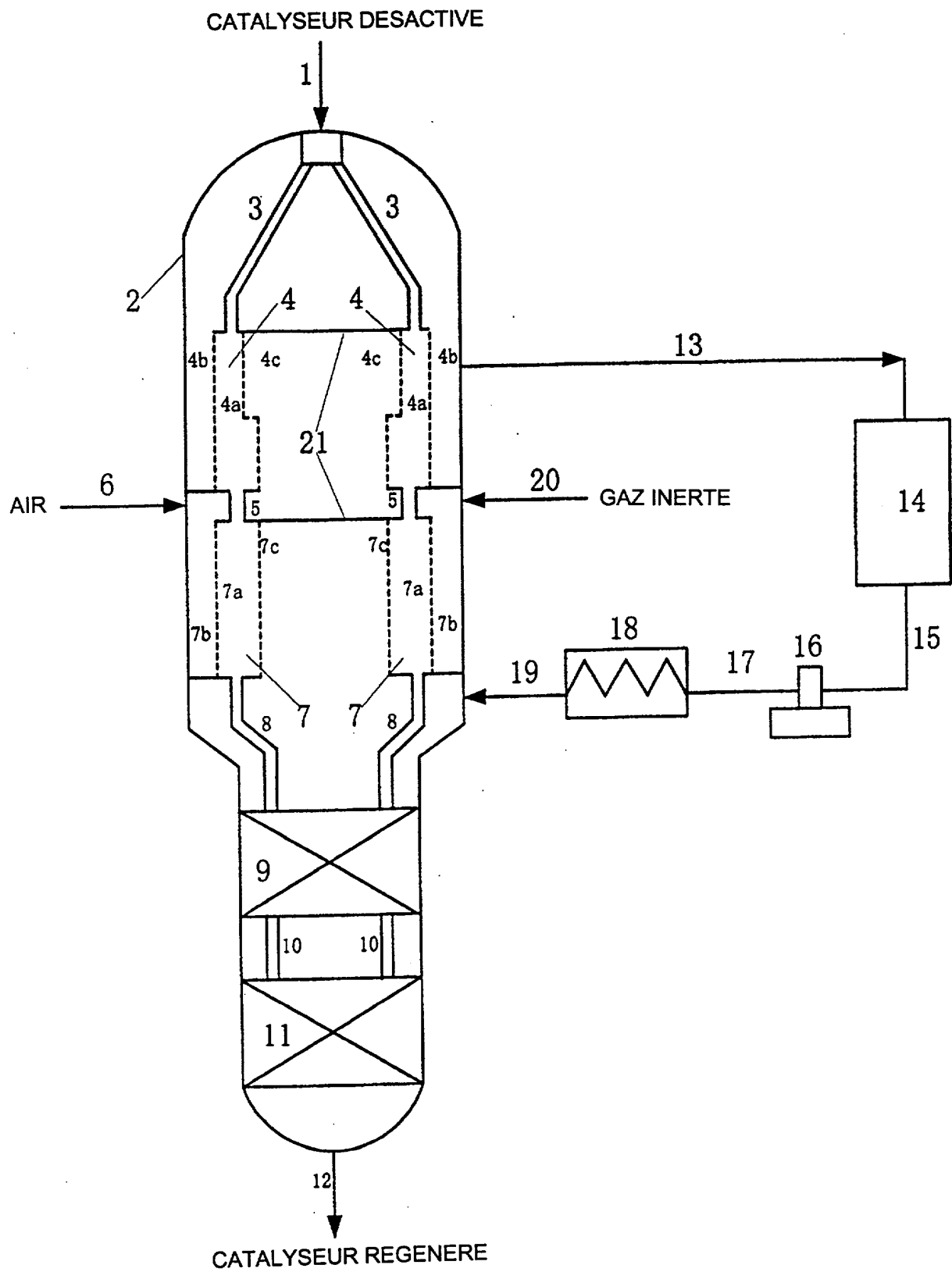


Fig. 6

