



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33763 B1** (51) Cl. internationale : **B01D 53/18; B01D 53/14**
- (43) Date de publication : **01.11.2012**

-
- (21) N° Dépôt : **34889**
- (22) Date de Dépôt : **24.05.2012**
- (30) Données de Priorité : **24.11.2009 US 12/625,051**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/US2010/052604 14.10.2010**
- (71) Demandeur(s) :
- **DOW GLAObAL TECHNOLOGIES LLC, 2040 DOW CENTER Midland, Michigan 48674 (US)**
 - **ALSTOM TECHNOLOGY LTD, Brown Boveri Strasse 7 CH-5400 Baden (CH)**
- (72) Inventeur(s) : **BABURAO, Barath ; SCHUBERT, Craig**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

-
- (54) Titre : **REFROIDISSEMENT INTERMÉDIAIRE ET RECYCLAGE ÉVOLUÉS DANS DES PROCÉDÉS D'ABSORPTION DU CO₂**
- (57) Abrégé : Les procédés ci-décrits permettent d'éliminer les gaz acides d'un flux gazeux, et comprennent les étapes consistant à : a) mettre en contact un flux constitué d'une solution de lavage avec ledit flux gazeux contenant les gaz acides à éliminer pour permettre l'absorption des gaz acides dans le flux de la solution de lavage ; b) soutirer la solution de lavage enrichie en gaz acides dudit flux de solution de lavage à un premier niveau de soutirage ; c) refroidir ladite solution de lavage soutirée ; et d) réintroduire ladite solution de lavage refroidie dans le flux de solution de lavage à un premier niveau de réintroduction pour former un flux de solution de lavage mixte, ledit premier niveau de réintroduction se trouvant en amont dudit premier niveau de soutirage. Cette invention concerne également des systèmes correspondants destinés à éliminer les gaz acides d'un flux gazeux.

ABREGE

La présente invention concerne des procédés d'élimination de gaz acides d'un flux gazeux, comprenant les étapes suivantes

- 5 a) mettre un flux de solution de lavage en contact avec ledit flux gazeux contenant des gaz acides à éliminer pour permettre l'absorption des gaz acides dans le flux de solution de lavage ;
- b) soutirer la solution de lavage enrichie de gaz acides dudit flux de solution de lavage à un premier niveau de soutirage ;
- c) refroidir ladite solution de lavage soutirée ; et
- 10 d) réintroduire ladite solution de lavage refroidie dans le flux de solution de lavage à un premier niveau de réintroduction pour former un flux de solution de lavage mixte, ledit premier niveau de réintroduction étant en amont dudit premier niveau de soutirage.

15 La présente invention concerne aussi des systèmes d'élimination de gaz acides d'un flux gazeux.

Nombre de lignes : 800

20

25

30

35 (VINGT PAGES)

ALSTOM TECHNOLOGY LTD AND
DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC
P. P. SABA & CO., Casablanca

1 NOV 2012

**REFROIDISSEMENT INTERMEDIAIRE ET RECYCLAGE EVOLUES
DANS DES PROCEDES D'ABSORPTION DU CO₂**DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne des procédés et des systèmes d'élimination
5 de gaz acides, tels le CO₂ et le H₂S, de flux gazeux.

TECHNIQUE ANTERIEURE

On connaît divers procédés d'élimination d'un composant gazeux indésirable
d'un flux de gaz de combustion. Dans les procédés utilisés pour une séparation
industrielle de composants acides tels les H₂S, CO₂, COS et/ou mercaptans d'un
10 flux gazeux tel un gaz de combustion, un gaz naturel, un gaz de synthèse ou
d'autres courants gazeux contenant essentiellement de l'azote, de l'oxygène, de
l'hydrogène, du monoxyde de carbone et/ou du méthane, des solutions liquides
contenant des composés aminés ou des solutions d'ammoniac aqueuses sont
habituellement utilisées à titre de solvant. Les composants acides sont absorbés dans
15 le solvant au cours d'un procédé d'absorption, habituellement mis en œuvre dans
une unité d'absorption telle une colonne à lit garni.

Après l'élimination des composants acides, le flux gazeux purifié quitte
l'unité d'absorption pour un traitement poussé ou pour son évacuation. Le solvant
contenant les composants acides absorbés est généralement chauffé dans un
20 échangeur de chaleur et séparé des composants acides dans un régénérateur. Cette
séparation est généralement désignée par "strippage". Après le strippage, le solvant
peut être renvoyé à l'unité d'absorption par l'intermédiaire d'un échangeur de
chaleur afin de réduire la température du solvant introduit dans l'unité d'absorption.
D'où, grâce au procédé du système comprenant une unité d'absorption et un
25 régénérateur, une opération continue d'élimination des composants acides d'un flux
gazeux est possible.

Le US 6,645,446 révèle un procédé à courant fractionné d'élimination d'un
composant gazeux, tel le CO₂, d'un flux de gaz de procédé. Le procédé consiste à
combiner un solvant semi-riche en provenance d'une section supérieure d'un
30 absorbeur avec un solvant semi-appauvri en provenance d'un régénérateur pour
former un courant de solvant mixte. Le courant de solvant mixte est par la suite
alimenté vers la section inférieure de l'absorbeur.

Bien que l'on connaisse diverses améliorations des technologies
conventionnelles de purification de gaz, il existe un désir incessant d'améliorer ces
35 technologies, par exemple en termes d'efficacité de la purification et de la
consommation d'énergie.

RESUME DE L'INVENTION

Un objectif de la présente invention vise à améliorer des technologies à base
d'amines conventionnelles de capture de gaz acides.

De là et en fonction des paramètres d'exploitation et de fonctionnement d'une technologie connue de capture de gaz acides, un objectif consiste à réduire la consommation énergétique et/ou chimique.

5 Par ailleurs, un objectif consiste à réduire les émissions des produits chimiques utilisés dans une telle technologie pour l'absorption de gaz acides, de telles améliorations se reflétant sur l'environnement, la santé et/ou l'économie.

10 Dans un aspect, les objectifs susmentionnés ainsi que d'autres objectifs, qui deviendront apparents aux personnes du métier après l'étude de la description faite ci-dessous, seront réalisés par un procédé d'élimination de gaz acides d'un flux gazeux, lequel procédé comprenant les étapes suivantes :

a) mettre un flux de solution de lavage en contact avec ledit flux gazeux contenant des gaz acides à éliminer pour permettre l'absorption des gaz acides dans le flux de solution de lavage ;

15 b) soutirer la solution de lavage enrichie en gaz acides dudit flux de solution de lavage à un premier niveau de soutirage ;

c) refroidir ladite solution de lavage soutirée ; et

20 d) réintroduire ladite solution de lavage refroidie dans le flux de solution de lavage à un premier niveau de réintroduction afin de former un flux de solution de lavage mixte, ledit premier niveau de réintroduction se trouvant en amont dudit premier niveau de soutirage.

25 Le terme "flux gazeux", tel utilisé dans la présente, signifie tout flux gazeux, tel un gaz de combustion ou un gaz naturel, contenant des composants de gaz acides indésirables. Il faudrait savoir que le procédé d'élimination de l'invention convient également pour l'élimination de tout gaz acide, tel le CO₂, H₂S et COS. Le procédé de l'invention est par exemple exploité pour l'élimination du CO₂ d'un flux gazeux.

30 Le terme "solution de lavage", tel utilisé dans la présente, désigne généralement un milieu aqueux utilisé pour l'élimination de gaz acides d'un flux gazeux en mettant ledit flux gazeux en contact avec un flux de ladite solution de lavage, occasionnant l'absorption de gaz acides dudit flux gazeux dans ledit flux de solution de lavage. Le flux de solution de lavage contenant les gaz acides absorbés est généralement recyclé, par exemple "strippé" dans un régénérateur, pour produire une solution de lavage "appauvrie" régénérée, qui peut être réutilisée pour l'absorption de gaz acides.

35 Le terme "niveau", tel utilisé dans la présente, désigne généralement une position du flux de solution de lavage relativement à une autre position du flux de solution de lavage. D'où, un premier niveau est situé en amont ou en aval d'un second niveau. Le terme "niveau de soutirage" désigne toute position du flux de solution de lavage de laquelle la solution de lavage enrichie en gaz acides peut être soutirée. De même, le terme "niveau de réintroduction" désigne toute position où la solution de lavage peut être réintroduite dans le flux de solution de lavage et mise en contact avec un flux gazeux contenant des gaz acides.

40

Le procédé conformément au premier aspect concerne une absorption progressive de gaz acides dans un flux de solution de lavage par comparaison à un procédé à base d'amine conventionnel d'élimination de gaz acides. D'abord, un flux de solution de lavage est mis en contact avec un flux gazeux contenant des gaz acides à éliminer. L'absorption de gaz acides dans ledit flux de solution de lavage produit un flux de solution de lavage enrichi en gaz acides, appelé solution riche. Par la suite, la solution de lavage enrichie en gaz acides est soutirée dudit flux de solution de lavage et refroidie. Ensuite, la solution de lavage refroidie est réintroduite dans et mélangée avec le flux de solution de lavage dans une position située en amont de la position de soutirage. D'où, lesdites étapes réalisent une modification de l'équilibre d'absorption et un temps de contact prolongé pour la mise de la solution de lavage soutirée en contact avec un flux gazeux contenant des gaz acides. L'équilibre d'absorption est modifié du fait que la solution de lavage soutirée est refroidie et remise en contact avec un flux gazeux contenant des gaz acides, ce qui permet à la solution de lavage soutirée et réintroduite d'absorber une quantité additionnelle de gaz acides. De là, le procédé tel décrit ci-dessus produit une charge accrue, c'est-à-dire une absorption accrue en moles des gaz acides par moles de solution de lavage, par comparaison à un procédé conventionnel. En outre, on a constaté que même une petite augmentation de la charge riche en aval de l'unité d'absorption exerce un impact significatif sur la consommation énergétique. Par exemple, dans un procédé tel représenté généralement par la Fig. 3, où 50% de la solution du flux de lavage en provenance de l'unité d'absorption est refroidie et recyclée vers une section inférieure de l'unité d'absorption pour permettre une absorption continue de gaz acides, la charge est accrue de 7% approximativement et la consommation énergétique globale est réduite de 5% approximativement par comparaison à un procédé conventionnel.

A l'étape b) du procédé de l'invention, ladite solution de lavage soutirée au premier niveau de soutirage constitue une fraction du flux total de solution de lavage. Le rapport de solution de lavage soutirée peut être 10-90% du flux total de solution de lavage, comme 30-70% du flux total de solution de lavage. Le soutirage de la solution de lavage peut être exécuté en continu durant un procédé de purification des gaz. Alternativement, la solution de lavage peut être soutirée de façon discontinue, c'est-à-dire en étapes opérationnels séparées qui peuvent être répétées plusieurs fois selon les besoins.

Les modes de réalisation ci-dessus du premier aspect sont généralement désignés par modes de réalisation de recyclage.

Dans un mode de réalisation, désigné dans la présente par mode de réalisation combiné, un refroidissement intermédiaire est exécuté en plus des étapes a)-d). Dans ce mode de réalisation, un second soutirage de la solution de lavage enrichie en gaz acides peut être exécuté à un second niveau de soutirage. Pareillement au premier soutirage, la solution de lavage soutirée au second niveau de soutirage est refroidie et réintroduite dans le flux de solution de lavage. Toutefois, la réintroduction est faite à un second niveau de réintroduction qui correspond au second niveau de soutirage. En conséquent, le second soutirage et la



seconde réintroduction sont considérés comme une étape intermédiaire du procédé d'absorption de gaz acides.

D'où, un exemple du mode de réalisation combiné concerne un procédé comprenant les étapes qui consistent à :

5 b1) soutirer la solution de lavage enrichie en gaz acides dudit flux de solution de lavage à un second niveau de soutirage ;

 c1) refroidir ledit flux de solution de lavage soutiré ; et

 d1) réintroduire ladite solution de lavage refroidie dans ledit flux de solution de lavage à un second niveau de réintroduction correspondant audit second niveau de soutirage.
10

L'étape b1) du procédé consiste à soutirer le flux entier de solution de lavage, c'est-à-dire 100% dudit flux de solution de lavage. Alternativement, le rapport de solution de lavage soutirée est 10-90% dudit flux de solution de lavage, comme 30-70% dudit flux de solution de lavage.

15 En outre, dans des exemples du mode de réalisation combiné, ledit second soutirage de solution de lavage est préférablement effectué indépendamment du premier soutirage. D'où, le second soutirage peut être exécuté au même niveau que le premier soutirage, ou au même niveau que la première réintroduction, ou à tout autre niveau du flux de solution de lavage permettant le soutirage de la solution de lavage enrichie en gaz acides. Dans un mode de réalisation, ledit second niveau de réintroduction à l'étape d1) correspond audit premier niveau de réintroduction à l'étape d). Lorsque le premier et le second niveau de réintroduction correspondent l'un à l'autre, la solution de lavage en provenance du premier et du second niveau de soutirage est préférablement réintroduite habituellement dans le flux de solution de lavage, par la même conduite.
20
25

 Quel que soit l'emplacement d'exécution des soutirages et des réintroductions de la solution de lavage, le refroidissement de la solution de lavage en provenance du premier et du second soutirage peut être exécuté dans une étape commune. D'où, le refroidissement de la solution de lavage soutirée aux étapes c) et c1) peut être exécuté comme une opération commune ou comme deux opérations séparées.
30

 Un autre exemple dudit mode de réalisation combiné concerne un procédé dans lequel ledit second niveau de soutirage à l'étape b1) correspond audit premier niveau de soutirage à l'étape b). D'où, le soutirage de la solution de lavage pour le recyclage et le soutirage pour le refroidissement intermédiaire peuvent être exécutés simultanément dans une opération commune. Par la suite, la solution de lavage soutirée est refroidie et divisée en deux parties, la première est réintroduite dans le flux de solution de lavage au même niveau duquel elle a été soutirée. Le rapport de la solution de lavage soutirée du flux de solution de lavage est par exemple 30-100% dudit flux de solution de lavage, comme 30-70% dudit flux de solution de lavage. Dans un mode de réalisation, le flux entier de solution de lavage, c'est-à-dire 100%, est soutiré, refroidi et divisé en deux parties avant d'être réintroduit dans
35
40

le flux et remis en contact avec le flux gazeux. La partie de solution de lavage refroidie réintroduite dans le flux de solution de lavage au même niveau duquel elle a été soutirée, c'est-à-dire le second niveau de réintroduction, est par exemple 10-90% de ladite solution de lavage refroidie, de préférence 30-70% de ladite solution de lavage refroidie, de préférence 40-60% de ladite solution de lavage refroidie, de préférence environ 50% de ladite solution de lavage refroidie.

Dans l'aspect décrit ci-dessus, la solution de lavage soutirée du flux de solution de lavage est refroidie avant d'être réintroduite dans le flux de solution de lavage. Il est connu que la solution de lavage soutirée peut être refroidie dans une unité de refroidissement convenant pour refroidir les composants liquides, par exemple à une température de 20-70°C, comme une température de 35-50°C.

Les composés alcalins sont conventionnellement utilisés dans les procédés de capture de gaz acides. Les exemples de composés alcalins incluent, mais sans s'y limiter, des composés ammoniacaux et aminés tels la monoéthanolamine (MEA), la diéthanolamine (DEA), la méthyldiéthanolamine (MDEA), la diisopropylamine (DIPA) et l'aminoéthoxyéthanol (diglycolamine) (DGA). Les composés aminés les plus courants utilisés dans les installations industrielles sont les alcanolamines MEA, DEA, MDEA et leurs mélanges. Il est connu que le flux de solution de lavage utilisé dans le premier aspect du procédé d'élimination de gaz acides de l'invention peut comporter l'un des composés alcalins susmentionnés. Dans le premier aspect tel décrit ci-dessus, le flux de solution de lavage comporte par exemple un composé aminé, comme une amine sélectionnée parmi une amine primaire, une amine secondaire, une amine tertiaire ou un mélange de celles-ci.

Dans le procédé du premier aspect de l'invention, un flux gazeux à purifier est mis en contact avec un flux de solution de lavage. Ladite purification du flux gazeux, c'est-à-dire l'élimination de gaz acides dudit flux gazeux, peut être exécutée dans une unité d'absorption, comme une colonne à lit garni. Lorsque la purification des gaz est effectuée dans une unité d'absorption, la solution de lavage enrichie en gaz acides peut être soutirée de tout endroit de l'unité d'absorption. La solution de lavage est par exemple soutirée d'une cuve de redistribution entre deux sections de garnissage et/ou d'un plateau collecteur au fond de l'unité d'absorption. L'unité d'absorption est préférablement placée pour fonctionner dans un mode de flux à contrecourant. D'où, l'étape a) peut être exécutée dans un mode de flux à contrecourant.

Les caractéristiques susmentionnées, relativement au premier aspect de l'invention, s'appliquent aussi à certains ou à tous les modes de réalisation d'autres aspects de l'invention décrits ci-dessous.

Un autre aspect concerne un système de purification de gaz pour l'élimination de gaz acides d'un flux gazeux, comportant :

une unité d'absorption placée pour recevoir un flux gazeux et le mettre en contact avec un flux de solution de lavage ; et

une unité de refroidissement en communication fluïdique avec l'unité d'absorption,

où l'unité de refroidissement reçoit une solution de lavage enrichie en gaz acides d'un premier niveau de soutirage de ladite unité d'absorption, refroidit la solution de lavage enrichie, et fournit une solution de lavage refroidie, enrichie, à un premier niveau de réintroduction de l'unité d'absorption en amont du niveau de soutirage.

Les avantages mentionnés relativement au procédé de l'invention sont pareillement achevés par le système de l'invention tel décrit ici. D'où, le système de l'invention produit une charge accrue des gaz acides, c'est-à-dire une absorption accrue des gaz acides dans le flux de solution de lavage, et une consommation énergétique réduite par comparaison à un système conventionnel, tel un système de capture du CO₂ à base d'amine.

Dans l'unité d'absorption du système de purification de gaz, un flux gazeux comportant des gaz acides est mis en contact avec un flux de solution de lavage. Les gaz acides sont absorbés dans le flux de solution de lavage produisant un flux de solution de lavage enrichi en gaz acides. L'unité de refroidissement est en communication fluïdique avec l'unité d'absorption du fait qu'elle peut recevoir la solution de lavage en provenance de l'unité d'absorption et la recirculer à cette dernière. D'où, l'unité de refroidissement reçoit la solution de lavage enrichie de gaz acides soutirée de l'unité d'absorption à un premier niveau de soutirage. La partie de solution de lavage soutirée qui est reçue par l'unité de refroidissement constitue par exemple 10-90% du flux total de solution de lavage, comme 30-70% du flux total de solution de lavage. La solution de lavage enrichie reçue par l'unité de refroidissement est refroidie, par exemple à une température de 20-70°C, comme une température de 35-50°C. La solution de lavage enrichie refroidie est réintroduite dans l'unité d'absorption à un premier niveau de réintroduction en amont du niveau de soutirage.

Dans un mode de réalisation du système de purification de gaz, l'unité de refroidissement dudit système reçoit aussi la solution de lavage enrichie en gaz acides en provenance d'un second niveau de soutirage de ladite unité d'absorption, et produit une solution de lavage enrichie refroidie dans un second niveau de réintroduction correspondant au second niveau de soutirage de l'unité d'absorption. D'où, la solution de lavage enrichie refroidie est réintroduite dans l'unité d'absorption au même niveau duquel elle a été soutirée.

Il faut savoir que le système de l'invention peut être exploité pour éliminer tout composant gazeux acide indésirable d'un flux gazeux, lesdits gaz acides peuvent être sélectionnés par exemple du groupe comprenant le CO₂ et le H₂S. Les composants gazeux acides sont absorbés dans un flux de solution de lavage. Comme discuté ci-dessus, les composés alcalins sont habituellement utilisés dans les procédés de capture conventionnels. D'où, le flux de solution de lavage utilisé dans le système de l'invention peut comporter un composé alcalin tel un composé aminé.

Les personnes du métier sauront que l'on peut utiliser tout type d'unité d'absorption pour mettre un flux gazeux en contact avec un flux de solution de lavage. Un exemple d'une unité d'absorption est une colonne à lit garni.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

La figure 1 est un diagramme décrivant généralement un système connu de purification de gaz à base d'amine.

5 La figure 2 est un diagramme décrivant généralement un système connu de purification de gaz à base d'amine.

La figure 3 est un diagramme décrivant généralement un mode de réalisation touchant au recyclage du système de purification de gaz de l'invention.

10 La figure 4 est un diagramme décrivant généralement un mode de réalisation combiné touchant au recyclage et au refroidissement intermédiaire du système de purification de gaz de l'invention.

La figure 5 est un diagramme décrivant généralement un mode de réalisation touchant au recyclage du système de purification de gaz de l'invention.

15 La figure 6 est un diagramme décrivant généralement un mode de réalisation combiné touchant au recyclage et au refroidissement intermédiaire du système de purification de gaz de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

Des modes de réalisation spécifiques des systèmes et des procédés d'élimination de gaz acides conformément à l'invention sont décrits ci-dessous en référence aux figures.

20 La figure 1 est une représentation schématique d'un procédé conventionnel de capture du CO₂ à base d'amine. Dans le procédé de capture du CO₂ à base d'amine, une unité d'absorption (101) est agencée pour mettre un flux gazeux à purifier en contact avec une solution de lavage à base d'amine. L'unité d'absorption comprend deux sections d'absorption, une section supérieure (102) et une section
25 inférieure (103). Le gaz de combustion duquel le CO₂ doit être éliminé est introduit dans la section inférieure de l'unité d'absorption (101) par la conduite (104). Dans les sections d'absorption de l'unité, le gaz de combustion est mis en contact avec une solution de lavage à base d'amine. La solution de lavage à base d'amine est alimentée vers la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (105).
30 Dans l'unité d'absorption du CO₂ (101), le CO₂ du gaz de combustion est chimiquement absorbé dans la solution de lavage. Le gaz de combustion appauvri en CO₂ quitte l'unité d'absorption du CO₂ dans la partie supérieure de l'unité par la conduite (106). La solution de lavage utilisée contenant le CO₂ absorbé quitte l'unité d'absorption dans la partie inférieure de l'unité par la conduite (107).
35 La solution de lavage riche en CO₂ quittant l'unité d'absorption peut être recyclée dans un régénérateur où le CO₂ est séparé de la solution de lavage afin de produire une solution de lavage à base d'amine "appauvrie" à réutiliser dans l'absorption du CO₂.

La figure 2 est une représentation schématique d'un système de purification de gaz décrit auparavant. Le système comporte une unité d'absorption du CO₂
40 (201), agencée pour mettre un flux gazeux contenant du CO₂ en contact avec un flux de solution de lavage à base d'amine. L'unité d'absorption comprend deux

sections d'absorption, une section supérieure (202) et une section inférieure (203). Le gaz de combustion duquel le CO₂ doit être éliminé est alimenté vers la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (204) et introduit dans la section inférieure de l'unité. La solution de lavage est alimentée dans la section supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (205) et introduite dans la section supérieure de l'unité. Quand mise en contact avec le gaz de combustion, le flux de solution de lavage absorbe le CO₂ du gaz de combustion. Le gaz de combustion appauvri en CO₂ quitte l'unité d'absorption du CO₂ dans la partie supérieure de l'unité par la conduite (206). La solution de lavage riche en CO₂ absorbé quitte l'unité d'absorption dans la partie inférieure de l'unité par la conduite (207). La solution de lavage riche en CO₂ peut être recyclée dans un régénérateur où le CO₂ est séparé de la solution de lavage.

Le système de la Fig. 2 comprend aussi un dispositif de refroidissement intermédiaire du flux entier de solution de lavage. La solution de lavage semi-riche en provenance de la section supérieure (202) de l'unité d'absorption (201) est soutirée de l'unité d'absorption par la conduite (208). La solution de lavage est refroidie dans l'unité de refroidissement (209) et réintroduite dans la section inférieure (203) de l'unité d'absorption par la conduite (210).

Dans des modes de réalisation de l'invention, le système de purification de gaz tel décrit dans la présente peut renfermer une unité d'absorption pour mettre un flux gazeux contenant du CO₂ à éliminer en contact avec un flux de solution de lavage. Ladite unité d'absorption se présente comme une multitude de cuves ou d'étapes fonctionnelles en parallèle ou en série. Ladite unité d'absorption peut comporter une ou plusieurs sections d'absorption, telles 1-10 sections d'absorption, de préférence 2-8 sections. Chaque section peut comporter des dispositifs de transfert de masse, comme un garnissage ou des plateaux, qui permettent l'absorption du CO₂ dans le flux de solution de lavage.

Un flux gazeux, par exemple un gaz de combustion, comprenant des gaz acides à éliminer est alimenté vers l'unité d'absorption. Dans l'unité d'absorption, le flux gazeux est mis en contact avec un flux de solution de lavage, par exemple en faisant barboter le gaz de combustion dans ladite solution de lavage ou en pulvérisant la solution de lavage dans le flux gazeux. Dans l'unité d'absorption, les gaz acides du flux gazeux sont absorbés dans le flux de solution de lavage. Les gaz acides à éliminer peuvent être tout gaz acide, tel le CO₂, COS ou H₂S.

La solution de lavage est alimentée vers la partie supérieure de l'unité d'absorption, ou facultativement la section supérieure de l'unité d'absorption. Un flux de ladite solution de lavage est mis en contact avec le flux gazeux, par exemple à contrecourant, dans l'unité d'absorption. Différentes compositions de solutions de lavage à utiliser dans le procédé et le système de l'invention sont envisagées. Ledit flux de solution de lavage peut être une solution aqueuse contenant un composé aminé. Un exemple d'un flux de solution de lavage est une solution aqueuse contenant un solvant semblable à l'alcanolamine.

Dans tous les modes de réalisation, le système de purification de gaz tel décrit dans la présente comprend aussi un dispositif de soutirage de la solution de lavage enrichie en gaz acides du flux de la solution de lavage dans l'unité d'absorption. D'où, quand le flux de solution de lavage est mis en contact avec le flux gazeux, les gaz acides sont absorbés dans la solution de lavage. Par la suite, la solution de lavage est soutirée du flux de lavage à un premier niveau de soutirage. Il faut savoir que la solution de lavage peut être soutirée à tout niveau du flux de solution de lavage. Si l'unité d'absorption comprend par exemple des sections dans lesquelles a lieu l'absorption des gaz acides dans le flux de solution de lavage, la solution de lavage peut être soutirée après la première section, après la dernière section ou après toute autre section. La solution de lavage soutirée est enrichie en gaz acides, c'est-à-dire qu'elle comprend une quantité supérieure de gaz acides absorbés par comparaison au flux de solution de lavage en amont du niveau de soutirage. Par exemple, elle est en partie enrichie en gaz acides pour former une solution de lavage semi-riche ou elle peut être pleinement enrichie en gaz acides pour former une solution de lavage riche.

La figure 3 est une représentation schématique d'un mode de réalisation du système de purification de gaz de l'invention. Le système comprend une unité d'absorption du CO₂ (301) agencée pour mettre un flux gazeux contenant du CO₂ à éliminer en contact avec un flux de solution de lavage. L'unité d'absorption comporte deux sections d'absorption, une section supérieure (302) et une section inférieure (303). Les deux sections comprennent des dispositifs de transfert de masse qui permettent l'absorption du CO₂ dans la solution de lavage. Un flux gazeux, par exemple un gaz de combustion, est alimenté vers la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (304). Dans l'unité d'absorption, le gaz de combustion est mis en contact par exemple avec un flux de solution de lavage à base d'amine. La solution de lavage est alimentée vers la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (305). Dans l'unité d'absorption du CO₂ (301), le CO₂ du gaz de combustion est absorbé dans la solution de lavage. Le gaz de combustion appauvri en CO₂ quitte l'unité d'absorption du CO₂ dans la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (306).

La solution de lavage utilisée riche en CO₂ absorbé quitte l'unité d'absorption dans la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (307) et est séparée en deux parties. La première partie, par exemple 50% du flux total, de la solution de lavage riche en CO₂ passe par la conduite (311) envoyée à une unité de refroidissement (309). La solution de lavage refroidie à une température de 40°C, par exemple, est réintroduite dans le flux de solution de lavage entre les deux sections de l'unité d'absorption à un niveau de réintroduction (312) qui est en amont du niveau de soutirage. En réintroduisant une solution de lavage riche en CO₂ et comparativement froide dans le flux de solution de lavage semi-riche à l'intérieur de l'unité d'absorption, la température globale du mélange de solution de lavage est abaissée. La seconde partie de la solution de lavage riche en CO₂ peut être envoyée vers un régénérateur afin de séparer le CO₂ de la solution de lavage.

La figure 4 est une représentation schématique d'un mode de réalisation du système de purification de gaz de l'invention. Le système comprend une unité d'absorption du CO₂ (401) agencée pour mettre un flux gazeux contenant du CO₂ à éliminer en contact avec un flux de solution de lavage. Par comparaison au système tel représenté dans la Fig. 3, l'unité d'absorption de la Fig. 4 comprend pareillement deux sections qui permettent l'absorption du CO₂ dans le flux de solution de lavage. Le gaz de combustion, duquel le CO₂ doit être éliminé, est alimenté vers la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (404) et est introduit dans la section inférieure (403) de l'unité d'absorption. Dans l'unité d'absorption, le gaz de combustion est mis en contact avec un flux de solution de lavage, comme une solution de lavage à base d'amine. La solution de lavage est alimentée vers la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (405) et est introduite dans la section supérieure (402) de l'unité. Lorsque le CO₂ est absorbé dans le flux de solution de lavage, la solution de lavage devient enrichie en CO₂. Le gaz de combustion appauvri en CO₂ quitte l'unité d'absorption du CO₂ dans la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (406).

La solution de lavage utilisée riche en CO₂ absorbé quitte l'unité d'absorption dans la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (407) et est partagée en deux parties. La première partie de la solution de lavage riche en CO₂ est transférée à travers la conduite (411) vers une unité de refroidissement (409) et est par la suite recirculée vers l'unité d'absorption. Cette première partie peut contenir par exemple 50% du flux total de solution de lavage quittant l'unité d'absorption. La solution de lavage refroidie est réintroduite dans le flux de solution de lavage à un premier niveau de réintroduction (410) entre les deux sections de l'unité d'absorption. D'où, la partie de solution de lavage riche en CO₂ et refroidie retirée du fond de l'unité d'absorption est réintroduite dans le flux de solution de lavage introduite dans la section inférieure de l'unité. Le niveau de réintroduction est en amont du niveau de soutirage de la solution de lavage.

La seconde partie de la solution de lavage riche en CO₂ peut être envoyée à un régénérateur pour séparer le CO₂ de la solution de lavage.

En outre, un second soutirage de la solution de lavage du système de l'invention dans la Fig. 4 est exécuté. La solution de lavage semi-riche, c'est-à-dire la solution de lavage enrichie en CO₂ mais pouvant absorber une quantité additionnelle de CO₂, est soutirée de l'unité d'absorption (401) par la conduite (408) à un second niveau de soutirage. Le flux entier de solution de lavage est préférablement soutiré de l'unité d'absorption. Après le soutirage de la solution de lavage, la solution de lavage est refroidie dans une unité de refroidissement (409) et réintroduite dans l'unité d'absorption à un second niveau de réintroduction, étant le même que le second niveau de soutirage. Le second soutirage de solution de lavage est combiné avec la première partie de solution de lavage riche en CO₂ en provenance du fond de l'unité d'absorption par la conduite (411). La première partie de la solution de lavage riche et le second soutirage de la solution de lavage semi-riche sont combinés, refroidis dans l'unité de refroidissement (409) et réintroduits conjointement et alimentés vers la section inférieure de l'unité d'absorption par la

conduite (410). La solution de lavage combinée est refroidie, par exemple à une température d'environ 40°C, dans l'unité de refroidissement (409).

La figure 5 est une représentation schématique d'un mode de réalisation du système de purification de gaz de l'invention. Le système est semblable au système représenté par les Fig. 3 et 4 du fait qu'il comprend une unité d'absorption du CO₂ (501), qui comprend à son tour une section supérieure (502) et une section inférieure (503). Le gaz de combustion duquel le CO₂ doit être éliminé est alimenté vers la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (504). Le gaz de combustion est mis en contact avec le flux de solution de lavage dans l'unité d'absorption. La solution de lavage, qui peut contenir un composé aminé, est alimentée vers la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (505). Le CO₂ du gaz de combustion est absorbé dans le flux de solution de lavage. Le gaz de combustion appauvri en CO₂ résultant quitte l'unité d'absorption du CO₂ dans la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (506) tandis que la solution de lavage utilisée riche en CO₂ absorbé quitte l'unité d'absorption dans la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (507). La solution de lavage utilisée quittant le système est partagée en deux parties, la première est envoyée à une unité de refroidissement (509) par la conduite (511). Ladite première partie de solution de lavage riche en CO₂ constitue par exemple 50% du flux total de solution de lavage quittant l'unité d'absorption. Dans l'unité de refroidissement (509), la première partie de la solution de lavage riche en CO₂ est refroidie, par exemple à une température d'environ 40°C.

La solution de lavage refroidie est ensuite réintroduite dans le flux de solution de lavage dans la section supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (512). D'où, la solution de lavage refroidie riche en CO₂ est réintroduite dans le flux de lavage à un premier niveau de réintroduction qui est en amont du niveau duquel elle a été soutirée.

La seconde partie de la solution de lavage utilisée peut être envoyée à un régénérateur pour séparer le CO₂ de la solution de lavage afin de produire une solution de lavage appauvrie.

La figure 6 est une représentation schématique d'un mode de réalisation du système de purification de gaz de l'invention. Le système comporte une unité d'absorption du CO₂ (601) qui est agencée pour mettre un flux gazeux en contact avec un flux de solution de lavage. Cet exemple d'une unité d'absorption comprend deux sections d'absorption, une section supérieure (602) et une section inférieure (603) qui peuvent comporter tout type adéquat de dispositifs de transfert de masse pour permettre l'absorption du CO₂ dans la solution de lavage. Le gaz de combustion duquel le CO₂ doit être éliminé est alimenté vers la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (604). Dans l'unité d'absorption, le gaz de combustion est mis en contact avec le flux de solution de lavage. La solution de lavage, qui peut contenir un composé aminé, est alimentée vers la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (605) et est introduite dans la section supérieure (602). Dans l'unité d'absorption du CO₂ (601), le CO₂ du gaz de combustion est absorbé dans la solution de lavage, pour former un flux de solution

de lavage enrichi en CO₂. Le gaz de combustion appauvri en CO₂ quitte l'unité d'absorption du CO₂ dans la partie supérieure de l'unité d'absorption par la conduite (606). La solution de lavage utilisée riche en CO₂ absorbé quitte l'unité d'absorption dans la partie inférieure de l'unité d'absorption par la conduite (607) et
5 peut être envoyée à un régénérateur pour séparer le CO₂ de la solution de lavage.

La solution de lavage enrichie en CO₂ provenant de la section supérieure (602) de l'unité d'absorption dans la Figure 6 est soutirée de l'unité d'absorption par la conduite (608). Le flux entier de solution de lavage peut être soutiré. La solution de lavage est refroidie dans l'unité de refroidissement (609), de préférence
10 à une température d'environ 40°C, et partagée en deux parties. La première des deux parties, qui constitue environ 50% du flux total de solution de lavage, est ramenée par la conduite (612) vers l'unité d'absorption à un niveau de réintroduction situé en amont du niveau de soutirage.

La seconde partie de la solution de lavage semi-riche est réintroduite par la
15 conduite (610) dans l'unité d'absorption et alimentée vers la section inférieure (603) de l'unité d'absorption. D'où, la seconde partie de la solution de lavage est réintroduite à un second niveau de réintroduction correspondant au premier niveau de soutirage.

Exemples

20 Exemple 1 : Simulation de l'élimination du CO₂ du gaz de combustion

Quatre procédés exemplaires différents d'élimination du CO₂ du gaz de combustion sont simulés et comparés auxdits procédés connus auparavant. En particulier, une charge riche et une consommation énergétique pour les différents procédés sont étudiées.

25 Les simulations sont effectuées selon un plan de flux de capture à base d'amine conventionnel, comprenant une unité d'absorption, un échangeur de chaleur et un régénérateur avec un rebouilleur. Les paramètres simulés de tous les procédés sont illustrés dans le tableau 1, ainsi que le CO₂ absorbé molaire par mole de solution de lavage et la réduction de la consommation énergétique. Si rien
30 d'autre n'est énoncé, les différentes unités opérationnelles sont considérées fonctionner conventionnellement. Dans tous les procédés exemplaires, la vitesse de circulation du liquide est établie à 44000 Gpm. D'autres vitesses de circulation peuvent également être explorées, et une vitesse de circulation optimale peut être assignée à chaque cas spécifique. La température du flux de solution de lavage
35 "appauvrie" arrivante est 40°C, et la température de la solution de lavage réintroduite dans le flux de solution de lavage est pareillement établie à 40°C. Les simulations sont effectuées dans une colonne à lit garni comprenant deux sections. Pour tous les cas, on envisage une élimination du CO₂ de 90%. Les simulations sont effectuées au moyen d'un simulateur de vitesse interne.

40 Le premier procédé, désigné par procédé 1, est un procédé de capture du CO₂ à base d'amine conventionnel tel représenté généralement dans la Fig. 1. Une solution d'alcanolamine aqueuse est utilisée comme solution de lavage et la

11

consommation énergétique moyenne du procédé est approximativement 3-4 GJ/tonne de CO₂ capturé.

Le second procédé est inclus dans l'expérience de simulation à des fins comparatives. Ce procédé est généralement représenté par le système de la Fig. 2.
5 Dans ce cas, le flux entier de solution de lavage sortant de la section supérieure de l'unité d'absorption est refroidi et alimenté vers la section inférieure de l'unité d'absorption. Ce procédé augmente la charge riche de 20% approximativement et réduit la consommation énergétique de 11% approximativement par comparaison au procédé conventionnel du procédé 1.

10 Le troisième procédé est généralement représenté par le système de la Fig. 3. Dans ce cas, 50% du flux de la solution de lavage enrichi de CO₂ quittant le fond de l'unité d'absorption est renvoyé à la section inférieure de l'unité d'absorption via une unité de refroidissement. Ce procédé augmente la charge riche de 7% approximativement et réduit la consommation énergétique de 5%
15 approximativement, par comparaison au procédé conventionnel du procédé 1.

Le quatrième procédé est généralement représenté par le système de la Fig. 4. Dans ce cas, 50 % du flux de solution de lavage enrichi de CO₂ sortant du fond de l'unité d'absorption est renvoyé vers le haut de la section inférieure via une unité de refroidissement. En outre, le flux entier de solution de lavage sortant de la
20 section supérieure du lit garni d'absorption est refroidi et mélangé avec le flux de solution de lavage recyclé provenant de la section inférieure de l'unité d'absorption. Ce procédé augmente la charge riche de 27% approximativement et réduit la consommation énergétique de 18% approximativement par comparaison au procédé 1.

25 Le cinquième procédé est généralement représenté par le système de la Fig. 5. Dans ce cas, 50% du flux de solution de lavage enrichi en CO₂ provenant du fond de l'unité d'absorption est envoyé vers la section supérieure de l'unité d'absorption via une unité de refroidissement. Ce procédé élève la charge riche de 4% approximativement et réduit la consommation énergétique de 2%
30 approximativement par comparaison au procédé conventionnel du procédé 1.

Le sixième procédé est généralement représenté par le système de la Fig. 6. Dans ce cas, 50% de la solution de lavage semi-riche provenant de la section supérieure de l'unité d'absorption est renvoyée vers la section supérieure de l'unité d'absorption via une unité de refroidissement. L'autre partie du flux de solution de
35 lavage semi-riche provenant de la section supérieure est envoyée vers la section inférieure via une unité de refroidissement. Ce procédé augmente la charge riche de 22% approximativement et réduit la consommation énergétique de 15% approximativement par comparaison au procédé conventionnel du procédé 1.

40 En conclusion, tous les procédés modèles simulés s'avèrent augmenter la charge et réduire la consommation énergétique par comparaison à un procédé conventionnel. En outre, il s'est avéré que même une petite augmentation de la charge riche en aval de l'unité d'absorption exerce un impact significatif sur la consommation énergétique du procédé entier.

Tableau 1. Comparaisons de la charge riche et des requis énergétiques pour différents cas

Procédé	Taux de circulation du solvant (Gpm)	CO ₂ éliminé (lb/heure)	Travail du rebouilleur (Btu/lb)	Travail du rebouilleur (Gj/tonne)	Charge pauvre (mole/mole)	Charge riche (mole/mole)	Réduction
1	44000	1266850	1476	3.432	0.018	0.311	N/A
2	44000	1275360	1313	3.054	0.090	0.375	11.025
3	44000	1270790	1409	3.275	0.043	0.333	4.575
4	44000	1274120	1217	2.828	0.114	0.396	17.585
5	44000	1270870	1448	3.366	0.082	0.324	1.915
6	44000	1269170	1261	2.931	0.167	0.038	14.594

5

10

15

20

25

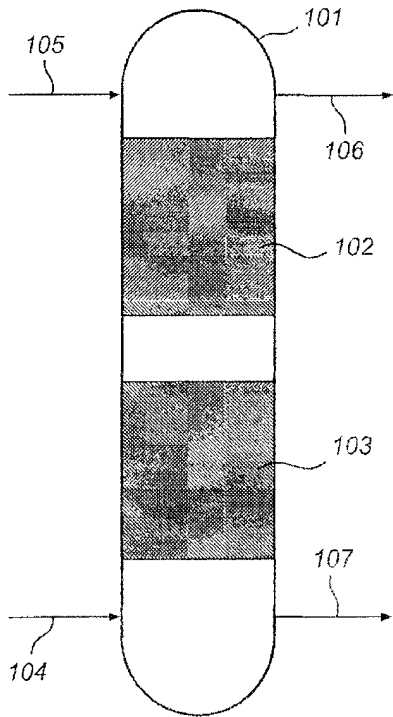
REVENDEICATIONS

1. Un procédé d'élimination de gaz acides d'un flux gazeux, comprenant les étapes qui consistent à
 - a) mettre un flux de solution de lavage en contact avec ledit flux gazeux
 - 5 contenant des gaz acides à éliminer pour permettre l'absorption des gaz acides dans le flux de solution de lavage ;
 - b) soutirer la solution de lavage enrichie en gaz acides dudit flux de solution de lavage à un premier niveau de soutirage ;
 - c) refroidir ladite solution de lavage soutirée ; et
 - 10 d) réintroduire ladite solution de lavage refroidie dans le flux de solution de lavage à un premier niveau de réintroduction afin de former un flux de solution de lavage mixte, ledit premier niveau de réintroduction étant situé en amont dudit premier niveau de soutirage.
2. Un procédé conformément à la revendication 1, où à l'étape b) le rapport de la
- 15 solution de lavage soutirée est 10-90% du flux total de solution de lavage, comme 30-70% du flux total de solution de lavage.
3. Un procédé conformément à la revendication 1, comprenant aussi les étapes consistant à
 - b1) soutirer une solution de lavage enrichie en gaz acides dudit flux de
 - 20 solution de lavage à un second niveau de soutirage ;
 - c1) refroidir ledit flux de solution de lavage soutiré ; et
 - d1) réintroduire ladite solution de lavage refroidie dans ledit flux de solution de lavage à un second niveau de réintroduction correspondant audit second niveau de soutirage.
- 25 4. Un procédé conformément à la revendication 3, où à l'étape b1) le rapport de la solution de lavage soutirée est sélectionnée comme 100% dudit flux de solution de lavage et 30-70% dudit flux de solution de lavage.
5. Un procédé conformément à la revendication 3, où ledit second niveau de réintroduction à l'étape d1) correspond audit premier niveau de réintroduction à
- 30 l'étape d).
6. Un procédé conformément à la revendication 3, où ledit second niveau de soutirage à l'étape b1) correspond audit premier niveau de soutirage à l'étape b).
7. Un procédé conformément à la revendication 6, où le rapport de solution de lavage réintroduit au second niveau de réintroduction est 10-90% de la solution de
- 35 lavage soutirée aux étapes b) et b1), de préférence 30-70%.
8. Un procédé conformément à la revendication 1, où ladite solution de lavage est refroidie à une température de 20-70°C, de préférence 35-50°C.
9. Un procédé conformément à la revendication 1, où lesdits gaz acides sont sélectionnés du groupe contenant du CO₂ et H₂S.

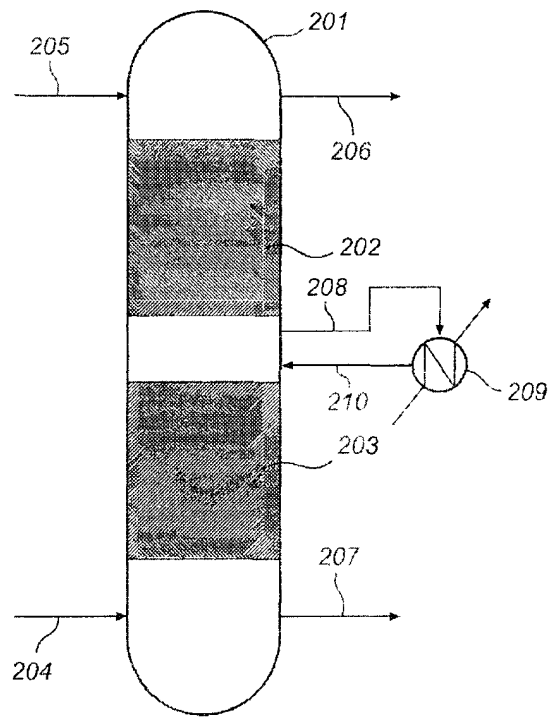
10. Un procédé conformément à la revendication 1, où ledit flux de solution de lavage comprend un composé aminé.
11. Un procédé conformément à la revendication 1, où ladite élimination a lieu dans une unité d'absorption.
- 5 12. Un procédé conformément à la revendication 1, où l'étape a) est exécutée dans un flux à contrecourant.
13. Un système de purification de gaz pour l'élimination des gaz acides d'un flux gazeux, comprenant une unité d'absorption placée pour recevoir un flux gazeux et le mettre en contact avec un flux de solution de lavage ; et une unité de refroidissement en communication fluïdique avec l'unité d'absorption, où l'unité de refroidissement reçoit une solution de lavage enrichie en gaz acides d'un premier niveau de soutirage de ladite unité d'absorption, refroidit la solution de lavage enrichie, et produit une solution de lavage enrichie refroidie à un premier niveau de réintroduction de l'unité d'absorption en amont du niveau de soutirage.
- 10 14. Un système de purification de gaz conformément à la revendication 13, où le rapport de solution de lavage soutirée est 10-90% du flux total de solution de lavage, comme 30-70% du flux total de solution de lavage.
- 15 15. Un système de purification de gaz conformément à la revendication 13, où ladite unité de refroidissement reçoit aussi une solution de lavage enrichie en gaz acides d'un second niveau de soutirage de ladite unité d'absorption, et fournit une solution de lavage enrichie refroidie à un second niveau de réintroduction correspondant au second niveau de soutirage de l'unité d'absorption.
- 20 16. Un système de purification de gaz conformément à la revendication 13, où lesdits gaz acides sont sélectionnés du groupe comprenant CO₂ et H₂S.
- 25 17. Un système de purification de gaz conformément à la revendication 13, où ledit flux de solution de lavage comprend un composé aminé.
18. Un système de purification de gaz conformément à la revendication 13, où ladite unité d'absorption est une colonne à lit garni.

30

35



(Technique antérieure) Fig. 1



(Technique antérieure) Fig. 2

5

10

15

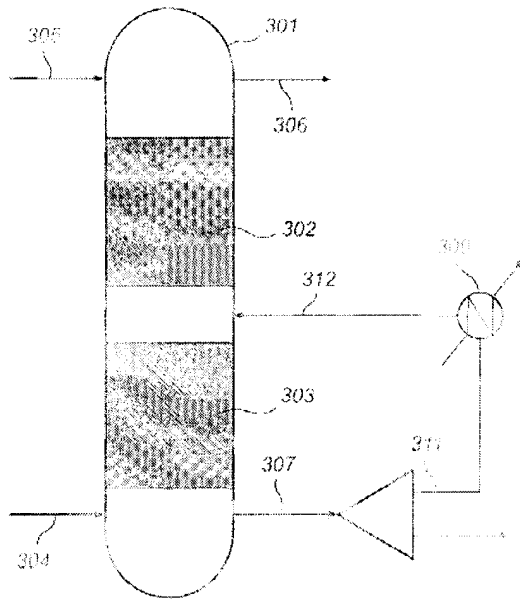


Fig. 3

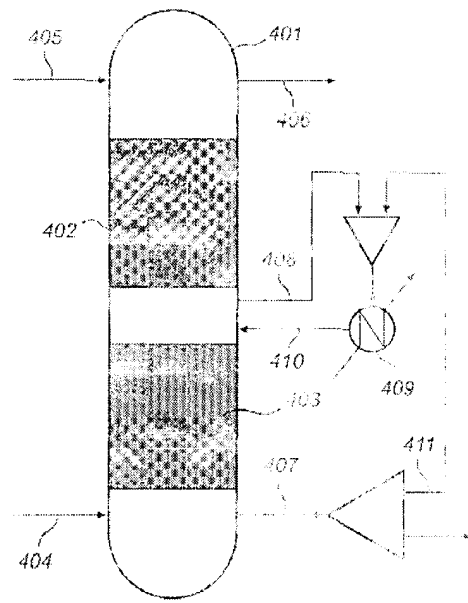


Fig. 4

5
10
15
20

