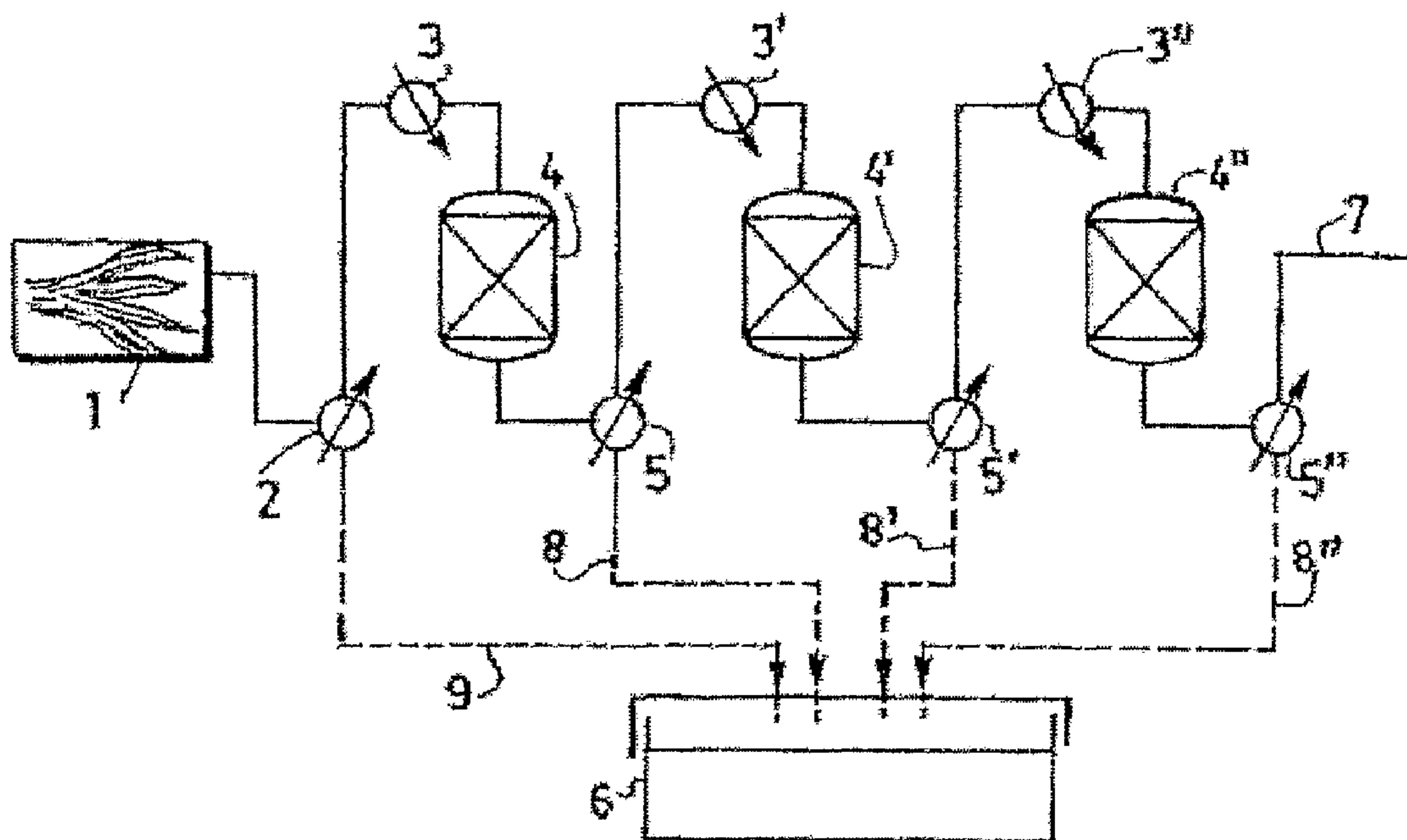




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2007/02/19
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2007/08/30
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2013/11/26
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2008/08/04
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2007/000298
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2007/096512
(30) Priorité/Priority: 2006/02/27 (FR0601691)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C01B 17/04* (2006.01)
(72) Inventeur/Inventor:
KAPLAN, PIERRE, US
(73) Propriétaire/Owner:
TOTAL RAFFINAGE MARKETING, FR
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE D'OPTIMISATION DE LA MARCHE DES UNITES CLAUS
(54) Title: METHOD OF OPTIMIZING THE OPERATION OF CLAUS UNITS



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé catalytique destiné à traiter un mélange d'H₂S et de SO₂ pour produire du soufre liquide, ledit procédé comprenant les étapes suivantes : a) au moins une étape de chauffage à une température T_c du mélange contenant le SO₂ et l'H₂S, b) au moins une étape de mise en réaction catalytique du mélange chauffé obtenu en a) en présence d'au moins un catalyseur et au moins une étape de récupération du mélange de sortie contenant du soufre gazeux, c) au moins une étape de transformation du soufre gazeux contenu dans le mélange de sortie obtenu à l'étape b) en soufre liquide, ledit procédé étant caractérisé en ce que, entre l'étape b) et l'étape c), les températures T_s dudit mélange de sortie et T_r de rosée du soufre gazeux contenu dans ledit mélange de sortie sont mesurées, et en ce que la température T_c de chauffage de l'étape a) est ajustée de façon à ce que la température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de 5°C à 30°C.



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
30 août 2007 (30.08.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/096512 A3(51) Classification internationale des brevets :
C01B 17/04 (2006.01)Pierre [FR/US]; 1151 Greenmeadow, Beaumont, TX
77706 (US).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/000298(74) Mandataire : CABINET JOLLY; 54, rue de Clichy,
F-75009 Paris (FR).(22) Date de dépôt international :
19 février 2007 (19.02.2007)(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0601691 27 février 2006 (27.02.2006) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : TO-
TAL FRANCE [FR/FR]; Tour Total, 24, Cours Michelet,
F-92800 Puteaux (FR).

(72) Inventeur; et

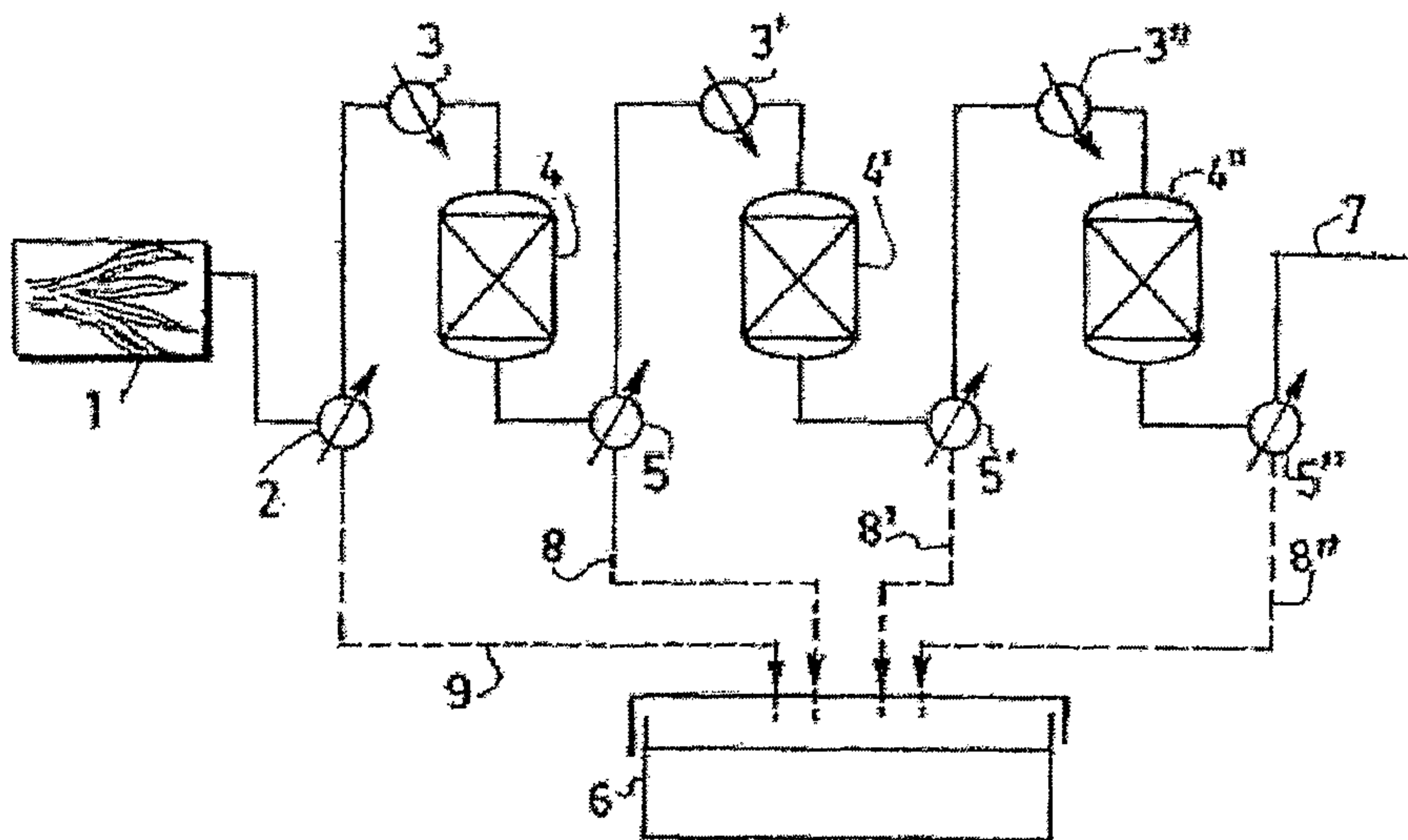
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : KAPLAN,

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF OPTIMIZING THE OPERATION OF CLAUS UNITS

(54) Titre : PROCEDE D'OPTIMISATION DE LA MARCHE DES UNITES CLAUS

(57) Abstract: The invention relates to a catalytic method for treating an H_2S/SO_2 mixture for producing liquid sulphur, said method comprising the following steps: a) at least one step of heating the mixture containing SO_2 and H_2S to a temperature T_c ; b) at least one step of catalytically reacting the heated mixture obtained in a) in the presence of at least one catalyst and at least one step of recovering the exiting mixture containing gaseous sulphur; and c) at least one step of converting the gaseous sulphur contained in the exiting mixture obtained at step b) into liquid sulphur, said method being characterized in that, between stepb) and step c), the temperature T_s of said exiting mixture and the dew point T_r of the gaseous sulphur contained in said exiting mixture are measured and in that the heating temperature T_c of step a) is adjusted so that the temperature T_s is $5^\circ C$ to $30^\circ C$ above the dew point T_r .(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé catalytique destiné à traiter un mélange d' H_2S et de SO_2 pour produire du soufre liquide, ledit procédé comprenant les étapes suivantes : a) au moins une étape de chauffage à une température T_c du mélange contenant le SO_2 et l' H_2S , b) au moins une étape de mise en réaction catalytique du mélange chauffé obtenu en a) en présence d'au moins un catalyseur et au moins une étape de récupération du mélange de sortie contenant du soufre gazeux, c) au moins une étape de transformation du soufre gazeux contenu dans le mélange de sortie obtenu à l'étape b) en soufre liquide, ledit procédé étant caractérisé en ce que, entre l'étape b) et l'étape c), les températures T_s dudit mélange de sortie et T_r de rosée du soufre gazeux contenu dans ledit mélange de sortie sont mesurées, et en ce que la température T_c de chauffage de l'étape a) est ajustée de façon à ce que la température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de $5^\circ C$ à $30^\circ C$.

WO 2007/096512 A3



ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

1 novembre 2007

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

PROCEDE D'OPTIMISATION DE LA MARCHE DES UNITES CLAUS

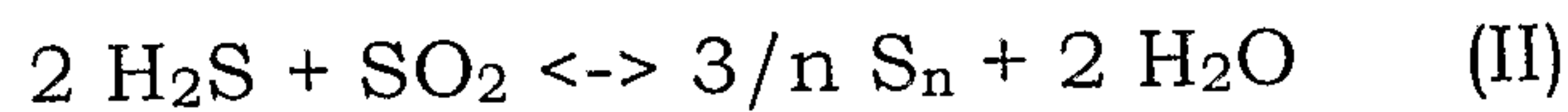
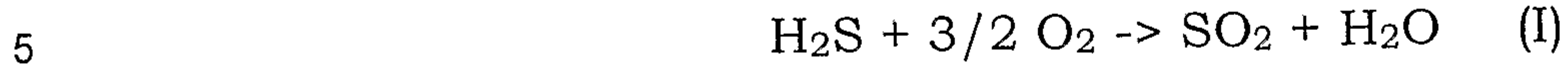
La présente invention concerne les industries pétrolières et
gazières, et plus particulièrement les unités de production de soufre
liquide appelées unités CLAUS.

La désulfuration du pétrole transforme les composés organiques
soufrés en hydrogène sulfuré H_2S , dont la toxicité et les dangers
d'inflammation sont bien connus. H_2S est aussi un des constituants du
gaz naturel, et il agit comme un poison qui désactive les catalyseurs
industriels mis en œuvre dans les procédés de valorisation du gaz
naturel. Il est donc indispensable de convertir l'hydrogène sulfuré en
soufre élémentaire non toxique et aussi matière première utile. En effet,
le soufre produit est généralement de bonne pureté, et peut être vendu
en tant que tel ou sous forme d'acide sulfurique H_2SO_4 .

Industriellement, cette conversion est réalisée en raffinerie en
utilisant un procédé basé sur la technologie CLAUS. Les taux de
récupération généralement atteints étant d'environ 95%, les fumées
émises par ces installations renferment le plus souvent des quantités
non négligeables de gaz acides, en particulier H_2S et SO_2 . Ceci rend
nécessaire le traitement de ces gaz résiduels, dans le but de permettre
leur rejet à l'atmosphère après incinération en respectant les normes de
plus en plus sévères imposées par la législation en matière de pollution
atmosphérique, tant en France qu'au niveau européen et mondial, où la
tendance est à la fixation d'un rendement de 99,5% pour la
récupération finale du soufre. On conçoit alors aisément que les
traitements complémentaires des gaz de queue, permettant d'atteindre
ces rendements élevés, génèrent des coûts économiques et énergétiques
supplémentaires très importants, rendant ainsi impérative
l'amélioration des taux de récupération atteints par les unités CLAUS.

Le procédé CLAUS est généralement un procédé en deux étapes.
Une première étape de combustion est réalisée en brûlant un tiers du
 H_2S dans une première chambre équipée d'une chaudière. Au cours de
cette étape thermique, un tiers de l' H_2S est partiellement oxydé en SO_2
par de l'air et/ou de l'oxygène (I). Cette réaction (I) est totale et s'arrête
lorsque tout l'oxygène est consommé. Dans un deuxième temps, le
dioxyde de soufre SO_2 ainsi formé réagit avec H_2S restant pour former

du soufre gazeux et de l'eau selon la réaction dite CLAUS (II). Cette réaction est équilibrée et la constante d'équilibre dépend essentiellement de la température. Les réactions chimiques globales mises en jeu sont les suivantes :



10 A ce stade, la réaction s'arrête et la majeure partie du soufre gazeux est produite (environ 70%). Les produits de réaction sont généralement refroidis dans un condenseur pour récupérer, sous forme liquide, les vapeurs de soufre élémentaire qui se sont formées dans la chambre de combustion et dans la chaudière.

15 Le mélange gazeux qui contient l' H_2S et le SO_2 résiduels, dans un rapport molaire $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$ égal à deux, subit alors une étape de réaction catalytique (II). En pratique, l'unité comporte généralement une suite de réacteurs catalytiques en série, chacun d'eux étant associé à un système de réchauffage du gaz et à un condenseur de soufre.

20 La réaction CLAUS étant exothermique, la conversion en soufre est favorisée par des températures basses. Il faut, néanmoins, maintenir la température du réacteur catalytique à un niveau suffisant, non seulement pour favoriser la cinétique de la réaction CLAUS, mais surtout pour éviter l'apparition de rosée de soufre liquide à la surface des catalyseurs, ce qui causerait leur désactivation.

25 Ainsi, il est nécessaire que la température de consigne imposée à l'entrée du réacteur catalytique, notée T_c dans la présente invention, soit réglée de telle sorte que la température de sortie du réacteur catalytique, notée T_s , soit supérieure à la température de rosée du soufre à la sortie dudit réacteur, notée T_r dans la présente invention. Ceci s'applique d'ailleurs à chacun des réacteurs catalytiques que peut compter l'unité CLAUS. Le réglage de T_c se fait d'une manière empirique connue de l'homme du métier, de sorte que T_s prenne la valeur voulue.

30 Or la température de rosée du soufre est inconnue, car elle dépend entre autres de la composition du gaz qui change au fur et à mesure. C'est pourquoi l'on procède généralement à un réglage de la température T_c à un niveau très supérieur, pour disposer d'une marge de sécurité quant à la température d'apparition de ce point de rosée. La température de consigne est ainsi généralement réglée de manière à ce que la température T_s présente plusieurs dizaines de degrés Celsius de

plus que la température T_r attendue à la sortie de ce même réacteur. Cette technique présente l'inconvénient majeur d'être pénalisante d'un point de vue économique et environnemental, car, la marche de l'unité n'étant pas optimisée, le taux de conversion en soufre n'est pas assez satisfaisant, ce qui se traduit par des gaz résiduels chargés en gaz acides (plus particulièrement en H_2S et SO_2) nécessitant un traitement complémentaire plus important.

Plusieurs procédés et méthodes ont été proposés pour aller plus loin dans les niveaux de récupération du soufre, mais aucune n'a cherché à résoudre le problème consistant à travailler au plus près du point de rosée. Seule est connue par les raffineurs la technique qui consiste à opérer une campagne de prélèvement des différents gaz au niveau de l'unité CLAUS et d'effectuer un bilan de matière pour en déduire la température du point de rosée.

L'inconvénient d'une telle technique est qu'elle nécessite une équipe de spécialistes, et que la mesure n'est que ponctuelle. Ainsi, il existe un besoin dans la technique pour une détermination au plus juste, in situ et en continu du point de rosée du soufre, pour réduire l'écart ($T_s - T_r$) entre la température de sortie du réacteur catalytique et la température de rosée du soufre.

La demanderesse se propose d'apporter une solution technique permettant d'opérer au plus près du point de rosée de par sa mesure en continu, d'optimiser les températures des réacteurs et d'augmenter ainsi le rendement de l'unité CLAUS.

A cette fin, l'invention propose un procédé catalytique destiné à traiter un mélange d' H_2S et de SO_2 pour produire du soufre liquide, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

a) au moins une étape de chauffage à une température T_c du mélange contenant le SO_2 et l' H_2S ,

b) au moins une étape de mise en réaction catalytique du mélange chauffé obtenu en a) en présence d'au moins un catalyseur et au moins une étape de récupération du mélange de sortie contenant du soufre gazeux,

c) au moins une étape de transformation du soufre gazeux contenu dans le mélange de sortie obtenu à l'étape b) en soufre liquide,

ledit procédé étant caractérisé en ce que, entre l'étape b) et l'étape c), les températures T_s dudit mélange de sortie et T_r de rosée du soufre

gazeux contenu dans ledit mélange de sortie sont mesurées, et en ce que la température T_c de chauffage de l'étape a) est ajustée de façon à ce que la température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de 5°C à 30 °C.

5 A cet effet, l'invention a aussi pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, caractérisé en ce qu'il permet de mesurer la température de rosée du soufre.

10 L'invention présente plusieurs avantages, dont l'optimisation de la marche de l'unité CLAUS et la diminution de la quantité d'espèces soufrées résiduelles non traitées, en particulier H_2S et SO_2 . Ainsi, la taille des unités de traitement complémentaires des gaz résiduels est également optimisée, d'où un gain énergétique et économique supplémentaire. De plus, l'invention est non seulement applicable aux nouvelles unités, mais également à des unités préexistantes, ce qui peut
15 réduire notablement les coûts opératoires d'entretien de ces dernières.

Avantageusement, la température T_c de chauffage de l'étape a) est ajustée de façon à ce que ladite température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de 5°C à 20 °C, et plus avantageusement de 5°C à 10 °C.

20 Selon l'invention, ce procédé est tel qu'il est mis en oeuvre dans au moins un réacteur catalytique d'unité CLAUS, et préférentiellement dans au moins deux réacteurs catalytiques d'unité CLAUS.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention comprend une sonde calorimétrique ou magnétique.

25 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de différents modes de réalisation en référence à la figure annexée qui représente schématiquement une unité CLAUS, comprenant un étage thermique (E_0) et trois étages catalytiques (E_1 , E_2 , E_3) en série.

30 La première étape de combustion de l' H_2S se déroule dans une première chambre équipée d'une chaudière 1. Au cours de cette étape thermique, un tiers de l' H_2S est partiellement oxydé en SO_2 par de l'air et/ou de l'oxygène. Le dioxyde de soufre SO_2 ainsi formé réagit avec H_2S restant pour former du soufre gazeux et de l'eau selon la réaction dite
35 CLAUS (II). Les produits de combustion sont refroidis dans un condenseur 2 pour récupérer, sous forme liquide, des vapeurs de soufre

élémentaire qui se sont formées dans la chambre de combustion et dans la chaudière par la ligne 9.

Le mélange gazeux résiduaire, contenant l' H_2S et le SO_2 n'ayant pas réagi, subit plusieurs étapes de réaction catalytique (II). Une section de premier étage catalytique (E_1) comprend le réchauffage du gaz CLAUS par un réchauffeur 3, la conversion catalytique proprement dite dans un réacteur 4, le refroidissement et la condensation du soufre dans un condenseur 5. Cette étape participe le plus souvent également à l'hydrolyse de COS et CS_2 , composés indésirables formés en amont. Ceci est rendu possible en opérant le réacteur à une température suffisamment élevée pour favoriser l'hydrolyse au détriment d'une moins bonne conversion du soufre à ce stade. Deux étapes catalytiques supplémentaires (E_2 , E_3) comprenant respectivement un réchauffage par des réchauffeurs 3' et 3'', une conversion sur catalyseur dans des réacteurs 4' et 4'', et une condensation de soufre par des condenseurs 5' et 5'', complètent le dispositif, permettant ainsi de poursuivre la réaction CLAUS.

Le soufre est récupéré à l'état liquide par condensation après chaque étape de réaction par les lignes 8, 8' et 8'' correspondant aux réacteurs 4, 4' et 4''. Dans le cas représenté sur la figure, l'invention est mise en œuvre dans au moins un des réacteurs 4, 4' ou 4''. Le procédé selon l'invention est tel qu'il est mis en œuvre dans un, deux ou trois de ces réacteurs. Le soufre récupéré peut être stocké soit sous forme liquide dans des bacs maintenus à 140°C , soit sous forme solide dans un bac 6. Quant à l'ensemble des composants soufrés résiduels sortant par une ligne 7 après passage dans le condenseur 5'', ceux-ci sont soit dirigés vers une unité de traitement des gaz résiduaire, soit convertis en SO_2 avant leur rejet à l'atmosphère.

La caractéristique essentielle du procédé selon l'invention est qu'on mesure la température T_s du mélange de sortie d'un réacteur catalytique mettant en œuvre l'étape b) et la température T_r de rosée du soufre gazeux contenu dans ledit mélange de sortie, et on ajuste la température T_c de chauffage de façon à ce que la température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de 5°C à 30°C , et avantageusement de 5°C à 20°C , et plus avantageusement de 5°C à 10°C .

Selon l'invention, ce procédé est tel qu'il est mis en œuvre dans au moins un réacteur catalytique de l'unité CLAUS.

Selon une autre modalité, le procédé selon l'invention est tel qu'il est mis en œuvre dans au moins deux réacteurs catalytiques de l'unité CLAUS. Dans ce cas, il est généralement plus intéressant d'ajuster la température T_c des deux derniers réacteurs. En effet, comme il est indiqué ci-dessus, le premier réacteur catalytique opère généralement à une température suffisamment élevée pour favoriser l'hydrolyse de composés tels que COS et CS₂. Néanmoins, la présente invention n'exclut pas un mode de réalisation selon lequel le procédé est tel qu'il est mis en œuvre dans tous les réacteurs catalytiques de l'unité CLAUS.

L'invention vise également un dispositif pour la mise en œuvre du procédé catalytique tel que décrit ci-dessus, destiné à traiter un mélange d'H₂S et de SO₂ pour produire du soufre liquide, ledit dispositif comprenant les moyens suivants:

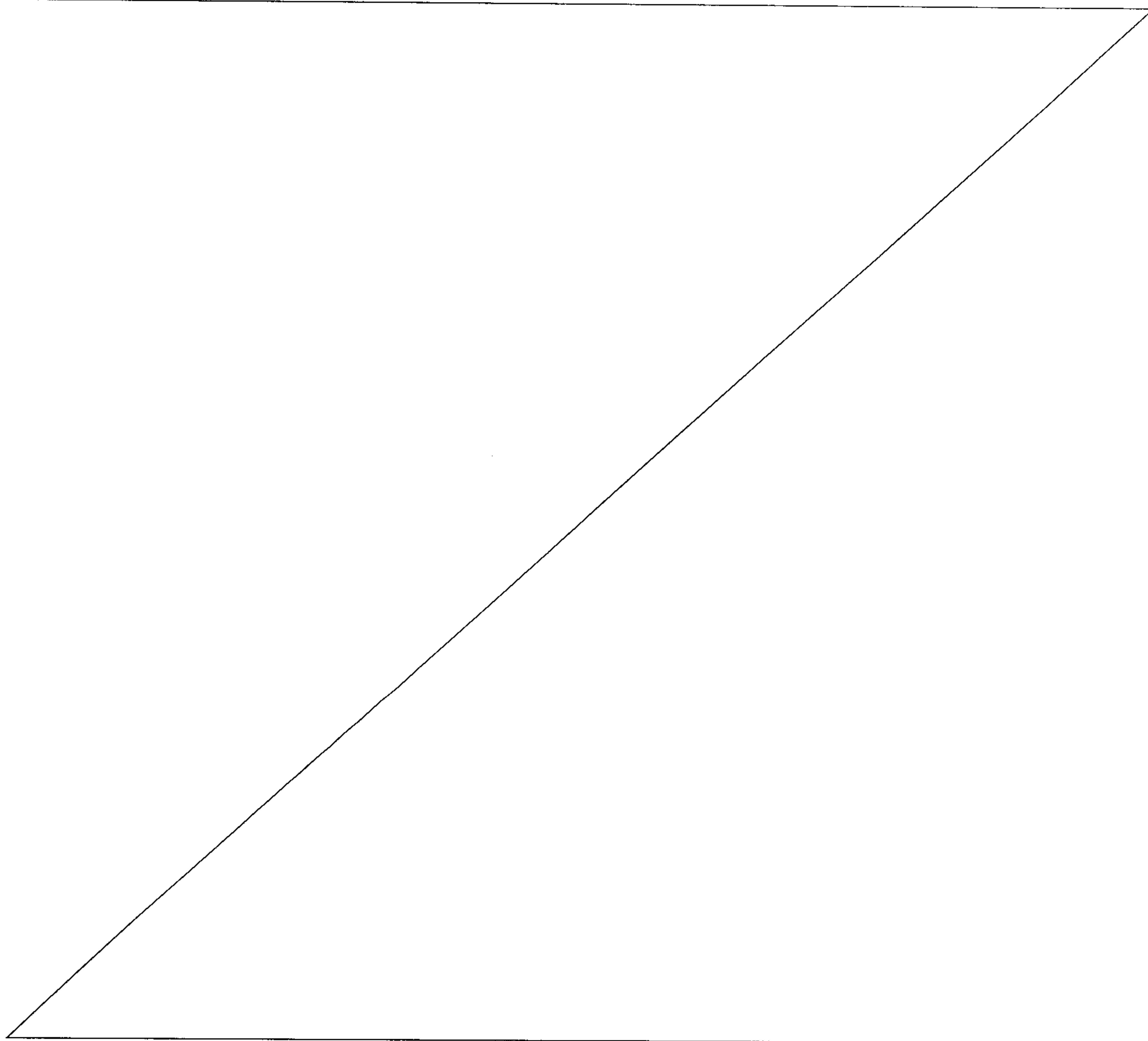
- au moins un moyen de mise en réaction catalytique du mélange chauffé obtenu en sortie du moyen de chauffage en présence d'au moins un catalyseur et au moins un moyen de récupération d'un mélange de sortie contenant du soufre gazeux ;

- au moins un moyen de transformation du soufre gazeux contenu dans le mélange de sortie en soufre liquide, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il permet de mesurer la température de rosée du soufre.

Selon un premier mode de réalisation, ledit dispositif comprend une sonde calorimétrique. Selon un second mode de réalisation, ledit dispositif comprend une sonde magnétique.

6a

Un procédé classique de mesure du point de rosée consiste à refroidir une surface appropriée jusqu'à l'apparition de la rosée, à détecter l'instant d'apparition de la rosée, puis à mesurer la température correspondant à l'instant de la première apparition du dépôt de rosée. Différents appareils, manuels ou automatiques, permettent de mesurer la température de rosée. Ils peuvent utiliser une détection calorimétrique, magnétique, optique ou capacitive pour suivre la rosée sur cette surface. Le brevet EP 542 582 décrit certains modes de réalisation d'une telle sonde de mesure du point de rosée.



Avantageusement, le dispositif de mesure de point de rosée selon le procédé de l'invention est une sonde calorimétrique ou magnétique de mesure du point de rosée.

EXEMPLES

Les exemples suivants illustrent l'invention et ses avantages sans toutefois en limiter la portée.

On opère sur une unité soufre telle que représentée sur la figure annexée, composée de trois étages catalytiques (E_1 , E_2 , E_3). Le catalyseur utilisé est l'oxyde de titane TiO_2 . Le flux entrant est de 100 T/jour de gaz acide, ayant la composition molaire suivante : Hydrocarbures = 1% - H_2S = 87% - CO_2 = 8,7% - H_2O = 3,3 %. Ainsi, le débit entrant en soufre est de 81,5 T/j.

La température de consigne pour le 1^{er} étage catalytique est fixée de telle sorte que la température de sortie de ce premier réacteur 4 soit égale à 310°C.

Pour démontrer les avantages particuliers du procédé perfectionné de l'invention, on mesure la température de rosée à la sortie du (des) réacteur(s) catalytique(s) 4' et/ou 4'', et on ajuste la (les) température(s) de consigne des réchauffeurs 3' et/ou 3''.

Le condenseur 2 est réglé à 170°C alors que les condenseurs 5, 5' et 5'' sont réglés à 135°C.

Exemple 1 :

Dans un premier temps, seule la température de consigne du deuxième réacteur 4' est ajustée de sorte à faire varier la marge entre la température de sortie de ce deuxième réacteur et la température de rosée mesurée à sa sortie. La température de consigne pour le réchauffeur du dernier réacteur 4'' est fixée, de telle sorte que la marge ($T_{s3}-T_{r3}$) soit égale à 60°C. Le tableau 1 regroupe les résultats obtenus.

Tableau 1

Marge ($T_{s2}-T_{r2}$)	T_{c2}	T_{s2}	T_{r2}	Rendement global	Réduction des émissions de SO_2 (%)	Charge de l'unité de gaz de queue (T eq S/j)
60	244	259	199	97,6	/	1,94

30	220	223	163	98,0	16,8	1,61
20	205	225	205	98,2	22,7	1,50
10	195	216	206	98,3	28,2	1,39
5	190	211	207	98,4	31,1	1,34

L'exemple ci-dessus montre que plus la marge entre la température de sortie du deuxième réacteur 4' et la température de rosée mesurée est réduite, plus le rendement global atteint est important. Ceci se traduit par la réduction des émissions de SO₂ et de la charge résiduelle à traiter dans l'unité de gaz de queue.

Ainsi, un réglage du deuxième réchauffeur 3' à 244°C correspond à une marge de point de rosée de 60°C en sortie du deuxième réacteur. Un réglage différent avec une marge de 5°C, par exemple, par rapport au point de rosée conduirait à fixer la température du deuxième réchauffeur à 190°C et réduirait les émissions de SO₂ de 31,1% de par un rendement global de 98,4%. La charge résiduelle, à traiter dans l'unité de gaz de queue est réduite de 1,94 T/j à 1,34 T/j.

Exemple 2 :

Dans cet exemple, c'est la température de consigne du troisième réacteur 4'' qui est ajustée de sorte à faire varier la marge entre la température de sortie de ce réacteur et la température de rosée mesurée. La température de consigne pour le réchauffeur du deuxième réacteur est fixée, de telle sorte que la marge (Ts₂-Tr₂) soit égale à 60°C. Le tableau 2 regroupe les résultats obtenus.

Tableau 2

Marge (Ts ₃ -Tr ₃)	Tc ₃	Ts ₃	Tr ₃	Rendement global	Réduction des émissions de SO ₂ (%)	Charge de l'unité de gaz de queue (T eq S/j)
60	227	232	172	97,6	/	1,94
30	202	209	179	98,2	25,6	1,44
20	193	201	181	98,4	33,2	1,30
10	184	192	182	98,6	40,8	1,15
5	179	188	183	98,7	44,5	1,08

D'une manière plus importante, lorsque l'écart ($T_{s3}-T_{r3}$) diminue, le rendement global atteint est plus important. Ainsi, un réglage du troisième réchauffeur à 227°C correspond à une marge de point de rosée de 60°C en sortie de ce même réacteur, alors qu'un réglage différent avec une marge de 5°C, par exemple, par rapport au point de rosée conduirait à fixer la température du troisième réchauffeur (3'') à 179°C et réduirait les émissions de SO₂ de 44,5% de par un rendement global de 98,7%. La charge résiduelle, à traiter dans l'unité de gaz de queue est réduite de 1,94 T/j à 1,08 T/j.

Exemple 3 :

Dans cet exemple, on ajuste à la fois la température de consigne du deuxième et du troisième réacteur de sorte à faire varier la marge entre la température de sortie de ces réacteurs et la température de rosée mesurée. Le tableau 3 regroupe les résultats obtenus.

Tableau 3

Marge ($T_{s2}-T_{r2}$)	Tc ₂	Ts ₂	Tr ₂	Marge ($T_{s3}-T_{r3}$)	Tc ₃	Ts ₃	Tr ₃	Rendement global	Réduction des émissions de SO ₂ (%)	Charge de l'unité de gaz de queue (T eq S/j)
60	244	259	199	60	227	232	172	97,6	/	1,94
30	215	234	204	30	196	201	171	98,0	37,0	1,22
20	205	225	205	20	185	190	170	98,7	46,6	1,04
10	195	216	206	10	174	178	168	98,9	55,5	0,86
5	190	211	207	5	169	173	168	99,0	59,2	0,79

L'exemple ci-dessus montre que l'optimisation des températures de chauffages des deux derniers étages catalytiques, conduit à un rendement global nettement amélioré. Ainsi, un réglage des réchauffeurs des deux derniers réacteurs 4' et 4'', avec une marge de 5°C par exemple, par rapport au point de rosée réduit les émissions de SO₂ de 59,2% de par un rendement global de 99%. La charge résiduelle, à traiter dans l'unité de gaz de queue est réduite à 0,79 T/j.

REVENDEICATIONS

1) Procédé catalytique destiné à traiter un mélange d'H₂S et de SO₂ pour produire du soufre liquide, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

a) au moins une étape de chauffage à une température T_c du mélange contenant le SO₂ et l'H₂S,

b) au moins une étape de mise en réaction catalytique du mélange chauffé obtenu en a) en présence d'au moins un catalyseur et au moins une étape de récupération du mélange de sortie contenant du soufre gazeux,

c) au moins une étape de transformation du soufre gazeux contenu dans le mélange de sortie obtenu à l'étape b) en soufre liquide,

ledit procédé étant caractérisé en ce que, entre l'étape b) et l'étape c), les températures T_s dudit mélange de sortie et T_r de rosée du soufre gazeux contenu dans ledit mélange de sortie sont mesurées, et en ce que la température T_c de chauffage de l'étape a) est ajustée de façon à ce que la température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de 5°C à 30°C.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la température T_c de chauffage de l'étape a) est ajustée de façon à ce que ladite température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de 5°C à 20°C.

3) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la température T_c de chauffage de l'étape a) est ajustée de façon à ce que ladite température T_s soit supérieure à celle de rosée T_r de 5°C à 10°C.

4) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, tel qu'il est mis en œuvre dans au moins un réacteur catalytique d'unité CLAUS.

5) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, tel qu'il est mis en œuvre dans au moins deux réacteurs catalytiques d'unité CLAUS.

6) Dispositif pour la mise en œuvre du procédé catalytique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, destiné à traiter un mélange d'H₂S et de SO₂ pour produire du soufre liquide, ledit dispositif comprenant les moyens suivants:

au moins un moyen de chauffage à une température T_c du mélange contenant le SO₂ et l'H₂S;

au moins un moyen de mise en réaction catalytique du mélange chauffé obtenu en sortie du moyen de chauffage en présence d'au moins un catalyseur et au moins un moyen de récupération d'un mélange de sortie contenant du soufre gazeux;

au moins un moyen de transformation du soufre gazeux contenu dans le mélange de sortie en soufre liquide, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il permet de mesurer la température de rosée du soufre.

7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend une sonde calorimétrique.

8) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend une sonde magnétique.

1/1

