



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0028849

(51)⁷ B01D 53/14; B01D 53/78; B01D 53/50 (13) B

(21) 1-2016-01633

(22) 13/10/2014

(86) PCT/CN2014/088463 13/10/2014

(87) WO2015/055104 23/04/2015

(30) 201310481557.7 15/10/2013 CN

(45) 25/07/2021 400

(43) 25/07/2016 340A

(73) 1. BEIJING BOYUAN HENGSHENG HIGH-TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

Room 2209, Tri-tower B Building, No. 66 Zhongguancun East Road, Haidian District Beijing 100190(CN)

2. YONGFENG BOYUAN INDUSTRY CO. LTD., JIANGXI PROVINCE (CN)

The South Section of Yongfeng Industrial Park, Yongfeng Ji'an, Jiangxi 331500 (CN)

3. PEKING UNIVERSITY (CN)

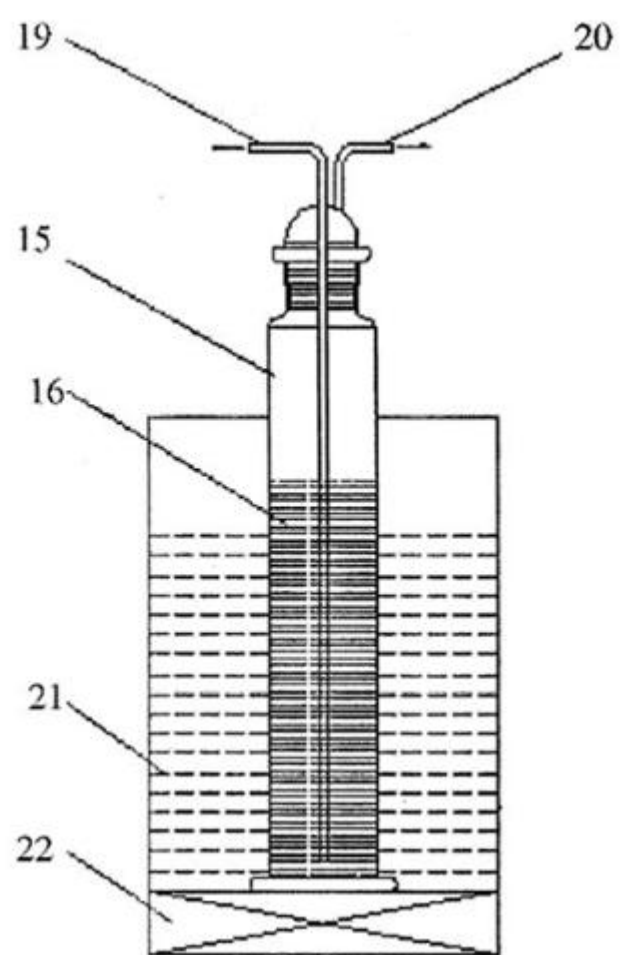
No. 5 Yiheyuan Road, Haidian District Beijing 100871 (CN)

(72) WEI, Xionghui (CN); SUN, Shaoyang (CN); ZOU, Meihua (CN); XIAO, Jianbai (CN); LI, Lifang (CN); CHEN, Li (CN); HU, Chun (CN); LI, Xiangbin (CN); WAN, Mingjin (CN); SUN, Yong (CN); LIU, Jiaxu (CN); WANG, Jun (CN).

(74) Công ty cổ phần Tư vấn S&B (S&B CONSULTANT., CORP.)

(54) PHƯƠNG PHÁP LOẠI BỎ SO_x TỪ KHÍ BẰNG DUNG DỊCH KHỬ GỐC AMIN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp loại bỏ SO_x từ khí bằng dung dịch khử gốc amin. Dung dịch khử gốc amin được trộn từ etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol với hydroxyl và/hoặc hợp chất hữu cơ cacboxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ. Dung dịch khử gốc amin được tác dụng với khí chứa SO_x để hấp thụ SO_x trong khí, trong đó x=2 và/hoặc 3. Dung dịch khử gốc amin với khí SO_x đã hấp thụ được tái sinh bằng một hoặc nhiều phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp tách khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ để giải phóng sản phẩm phụ là lưu huỳnh dioxide và lưu huỳnh trioxide, và dung dịch khử gốc amin đã tái sinh được tái sử dụng. Phương pháp này có thể được sử dụng để loại bỏ SO_x từ khí thải, khí đốt, khí than lò cốc, tổng hợp khí thải từ các nhà máy nhuộm, khí thải từ các nhà máy sợi hóa học, và các khí công nghiệp khác hoặc các loại khí thải có chứa SO_x.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp làm sạch khí thải, khí thải chứa lưu huỳnh, và/hoặc khí công nghiệp, đặc biệt là phương pháp loại bỏ SO_x ($x=2$ và/hoặc 3) từ khí thải, khí thải chứa SO_x , và/hoặc khí công nghiệp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự tiêu thụ và thải khí thải, khí công nghiệp chứa lưu huỳnh và các loại khí thải khác đang ngày càng gia tăng do sự phát triển nhanh chóng của công nghiệp. Việc xả khí thải chứa lưu huỳnh gây nên việc ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, như sự hình thành mưa axit, ăn mòn axit xây dựng, các bệnh đường hô hấp và các bệnh về da, v.v., mà có hại trực tiếp đến sức khỏe con người. Qua nhiều năm, nghiên cứu khoa học và công nghệ ở các nước khác nhau đã nghiên cứu sâu về quá trình khử lưu huỳnh của khí thải, khí công nghiệp chứa lưu huỳnh và các khí thải khác và lưu trữ rất nhiều dữ liệu nghiên cứu. Việc khử lưu huỳnh trong khí thải, khí công nghiệp chứa lưu huỳnh và các khí thải khác ngày càng nhận được nhiều sự quan tâm và nâng cao nhận thức về môi trường. Tuy nhiên, cho đến nay, chúng ta chưa có bước đột phá nào trong kỹ thuật khử lưu huỳnh trong khí thải, khí công nghiệp chứa lưu huỳnh và các loại khí thải khác. Việc khử lưu huỳnh trong khí thải, khí công nghiệp chứa lưu huỳnh và các loại khí thải khác vẫn còn là một thách thức.

Các quá trình khử lưu huỳnh trong khí thải, khí công nghiệp chứa lưu huỳnh và các loại khí thải khác chủ yếu bao gồm khử lưu huỳnh ướt và khử lưu huỳnh khô. Khử lưu huỳnh ướt bao gồm phương pháp lọc ẩm, phương pháp sử dụng đá vôi và nước vôi, phương pháp sử dụng kim loại kiềm, phương pháp kiềm hóa, phương pháp amoniac và phương pháp khử gốc amin. Khử lưu huỳnh khô bằng sắt oxit, kẽm oxit, mangan oxit, coban oxit, crom oxit, molybden, và phương pháp kích hoạt cacbon. Phương pháp lọc ẩm, phương pháp sử dụng đá vôi và nước vôi đã được sử dụng tại Trung Quốc. Phương pháp sử dụng đá vôi và nước vôi, phương pháp sử dụng kim loại kiềm, phương pháp kiềm hóa, phương pháp amoniac và phương pháp khử gốc amin được sử dụng rộng rãi ở các nước phát triển. Phương pháp lọc ẩm có những bất lợi như cần phải tiêu thụ một lượng nước lớn, nước đã sử dụng không thể tái chế, dẫn đến việc

ô nhiễm thứ cấp do thải nước có chứa lưu huỳnh và ảnh hưởng xấu từ việc khử lưu huỳnh. Phương pháp sử dụng đá vôi và nước vôi tốt hơn việc sử dụng phương pháp lọc ảm. Tuy nhiên, phương pháp sử dụng đá vôi và nước vôi có những bất lợi như tạo ra nhiều chất thải rắn như canxi sunfat, canxi sunfit và canxi cacbonat, cần tiêu thụ một lượng lớn đá vôi và canxi oxit, thiết bị đồ sộ, đầu tư lớn và các thiết bị có xu hướng bị tắc do sự kết tủa rắn được tạo ra trong quá trình hấp thụ. Thêm vào đó, canxi hydroxit phản ứng trước với cacbon dioxit trong suốt quá trình hấp thụ do đá vôi và canxi hydroxit ít tan trong nước, và sau đó là phản ứng với lưu huỳnh oxit, hiệu quả khử lưu huỳnh của phương pháp dùng nước vôi không được như mong muốn. Thêm vào đó, phương pháp dùng nước vôi có những bất lợi như xả nhiều nước thải và ô nhiễm thứ cấp nghiêm trọng. Phương pháp sử dụng kim loại kiềm, phương pháp kiềm hóa, phương pháp amoniac và phương pháp khử gốc amin được sử dụng chủ yếu để khử lưu huỳnh trong khí thải với lượng lưu huỳnh dioxit tương đối cao (các khí tạo ra từ việc làm nóng chảy như thép nóng chảy và đồng nóng chảy, khi đó lượng lưu huỳnh dioxit có thể lên tới 8% hoặc nhiều hơn), và lưu huỳnh dioxit đã loại bỏ lại được phục hồi. Những phương pháp này không phù hợp để khử lưu huỳnh trong khí thải thông thường do yêu cầu kỹ thuật tương đối cao, năng lượng tiêu thụ tương đối cao và yêu cầu cao đối với nguyên liệu của thiết bị. Trong khi đó, các thiết bị bị ăn mòn một cách vô cùng nghiêm trọng trong toàn bộ quá trình khử lưu huỳnh trong khí thải, khí công nghiệp chứa lưu huỳnh và các loại khí thải khác.

Cho đến nay, nhiều loại khí hiếm khi được xử lý khử lưu huỳnh trước khi thải vào môi trường. Các loại khí vẫn có lượng lưu huỳnh tương đối cao mặc dù đã được xử lý khử lưu huỳnh. Các phương pháp khử lưu huỳnh hiện có như phương pháp HiPure, phương pháp Benfield, phương pháp G-V, phương pháp A.D.A, phương pháp lọc ảm, phương pháp sử dụng đá vôi và nước vôi, phương pháp sử dụng kim loại kiềm, phương pháp kiềm hóa, phương pháp amoniac, phương pháp khử gốc amin, phương pháp trích xuất tannin, và phương pháp sulfolan, cũng như phương pháp khử lưu huỳnh khô bằng sắt oxit, kẽm oxit, mangan oxit, coban oxit, crom oxit, molybden, và phương pháp kích hoạt cacbon được sử dụng chủ yếu như phương pháp khử lưu huỳnh để loại bỏ hydrogen sunfit từ các khí công nghiệp, nhưng không thường được sử dụng để loại bỏ hydrogen sulfit từ khí tổng hợp. Các lý do chính để phương pháp khử lưu huỳnh này có hiệu quả thấp là do chi phí vận hành cao, đầu tư lớn cho trang thiết bị,

thiết bị bị ăn mòn nghiêm trọng, hiệu quả khử lưu huỳnh không được như mong muốn, tốc độ loại bỏ lưu huỳnh hữu cơ thấp^[1-3]. Phương pháp khử lưu huỳnh bằng metanol nhiệt độ thấp^[4] là phương pháp tự nhiên hấp thụ hydrogen sulfit, lưu huỳnh cacbonyl, cacbon disulfit và cacbon dioxit và thường được sử dụng cho việc khử cacbon và khử lưu huỳnh của khí nguyên vật liệu trong kinh doanh hóa chất quy mô lớn hiện đại. Tuy nhiên, do metanol có nhiệt độ sôi thấp, không ổn định, và có áp suất hơi bão hòa cao, nó thường phải phản ứng trong áp suất cao và nhiệt độ thấp (dưới -10 °C) và dẫn đến năng lượng tiêu thụ cao, metanol hao hụt nghiêm trọng, quá trình phức tạp, vận hành kéo dài, và toàn bộ chi phí vận hành cao. Phương pháp metanol nhiệt độ thường^[5] là phương pháp hấp thụ hydrogen sulfit, lưu huỳnh cacbonyl, cacbon disulfit và cacbon dioxit trong khí ga bằng cách trộn 60% metanol và 40% dietanolamin và sau đó giải phóng hydrogen sulfit, lưu huỳnh cacbonyl, cacbon disulfit và cacbon dioxit bằng nhiệt độ và giảm áp suất. Tuy nhiên, do metanol có nhiệt độ sôi thấp, không ổn định, và có áp suất hơi bão hòa cao, khí được thoát ra chứa một lượng lớn metanol, dẫn đến dung dịch sản phẩm biến đổi và mất lượng lớn metanol. Thêm vào đó, sự ổn định của dung dịch thấp vì những lý do sau dietanolamin dễ bị oxy hóa phân hủy sau khi tiếp xúc với ánh sáng ban ngày và không khí. Do đó, sau khi hydrogen sulfit, lưu huỳnh cacbonyl, cacbon disulfit và cacbon dioxit được tái sinh và được giải phóng bằng gia nhiệt và giảm áp suất khi áp dụng phương pháp tái tạo dung dịch, phương pháp Claus có thể được sử dụng để chuyển đổi các loại khí được giải phóng chứa lưu huỳnh thành lưu huỳnh. Việc này dẫn đến tiêu thụ năng lượng nhiều, mất một lượng lớn metanol và dietanolamin, quá trình phức tạp, vận hành kéo dài, và tổng chi phí vận hành cao. Các phương pháp được mô tả ở trên chủ yếu được sử dụng để loại bỏ lưu huỳnh hữu cơ như hydrogen sulfit, lưu huỳnh cacbonyl, và cacbon disulfit trong khí, nhưng không được dùng để loại bỏ SO₂ và/hoặc SO₃ trong khí.

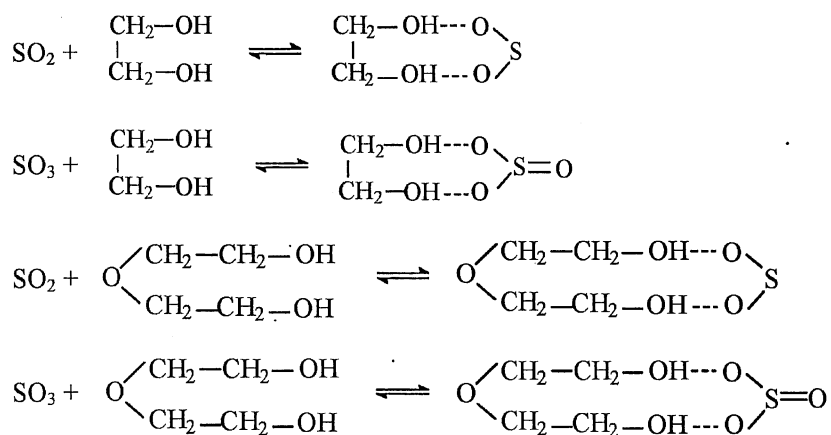
Một dung dịch urotropin chứa glyxerol (glyxerin) đã được đề xuất để hấp thụ SO₂ trong khí^[6]. Tuy nhiên, thực tế thức nghiệm cho thấy urotropin có xu hướng bị oxy hóa phân hủy bởi oxy trong khí thải sau khi tác dụng với nó, dẫn đến các dụng cụ thí nghiệm hóa học không bền. Thêm vào đó, urotropin là một sản phẩm hóa học và được phẩm đắt và không có sẵn. Do đó, phương pháp này không thể được áp dụng rộng rãi do chi phí vận hành đắt và phản ứng khử lưu huỳnh không ổn định.

Một dung dịch đậm của axit axetic và amoniac chứa Fe^{2+} và Fe^{3+} [7-9] đã được sử dụng để khử lưu huỳnh của semi-water gas, có hiệu quả khử lưu huỳnh tương đối cao và sự ăn mòn tương đối thấp. Tuy nhiên, dung dịch không ổn định do hiệu ứng ion và muối. Trong phương pháp dùng xúc tác là ion sắt trong dung dịch kiềm khử cacbon, khử lưu huỳnh, và khử xyanua từ khí, dung dịch có chứa các ion sắt được sử dụng để hấp thụ lưu huỳnh trong khí. Phương pháp này có thể được sử dụng để loại bỏ nhiều loại chất chứa lưu huỳnh và có hiệu quả khử lưu huỳnh tốt hơn phương pháp khử lưu huỳnh ướt trong khí trước đây cho những khí có lượng lưu huỳnh thấp. Tuy nhiên, ion sắt không bền trong dung dịch kiềm và tạo ra một lượng lớn kết tủa của sắt (II) hydroxit và sắt (III) hydroxit. Đồng thời, một lượng lớn kết tủa sắt sulfat hoặc sắt sunfit sẽ được tạo ra khi dung dịch kiềm chứa các ion sắt tác dụng với khí ga chứa sunfit. Do đó, lượng ion sắt trong dung dịch sẽ giảm một cách nhanh chóng và hiệu quả khử lưu huỳnh sẽ giảm đáng kể. Thêm vào đó, hiện tượng tắc nghẽn tháp khử lưu huỳnh sẽ xảy ra. Do đó, phương pháp này không phù hợp để khử lưu huỳnh trong khí có hàm lượng lưu huỳnh cao [10]. Để cải thiện tình trạng này, chúng tôi nỗ lực thực hiện phương pháp khử lưu huỳnh bằng "dung dịch kiềm chứa ion sắt" chứa các vi sinh vật mà trong áp suất thường hoặc áp suất cao và đem lại hiệu quả khử lưu huỳnh cao [11]. Thêm vào đó, nó hấp thụ hydrogen sunfit bằng etylen glycol, hoặc etylen glycol este, hoặc dung dịch dietylen glycol monometyl ete. Sau đó, khí lưu huỳnh dioxit được thổi vào dung dịch hữu cơ để hấp thụ hydrogen sunfit, và hydrogen sunfit được tác dụng với lưu huỳnh dioxit để tạo ra lưu huỳnh để cho phép các dung dịch hữu cơ tái tạo và tái sử dụng [12-14]. Mặc dù phương pháp tái tạo dung dịch etylen glycol chứa hydrogen sunfit bằng lưu huỳnh dioxit rất đơn giản, lưu huỳnh dioxit có hạn và không có sẵn. Thêm vào đó, nó đòi hỏi thiết bị đặc biệt và phương pháp an toàn trong quá trình vận chuyển. Do đó, phương pháp này có hạn chế là chi phí vận hành cao và phương pháp an toàn nghiêm ngặt. Phương pháp hấp thụ hydrogen sunfit, lưu huỳnh hữu cơ và nước trong khí tự nhiên hoặc các loại khí khác bằng dung dịch etylen glycol, hoặc trộn dung dịch etylen glycol và alkanolamin, hoặc trộn dung dịch etylen glycol, alkanolamin, và natri cacbonat, hoặc dung dịch dietanol dimetyl ete, hoặc trộn hỗn hợp dung dịch dietylamin, dietylen glycol, trietylen glycol và trietylen glycol metyl ete, hoặc trộn dung dịch amin và axetaldehyt, hoặc trộn hỗn hợp dung dịch dietylen glycol monometyl ete và sắt (III) nitrilotriaxetat [15-23]. Tuy nhiên, những quá trình được mô tả

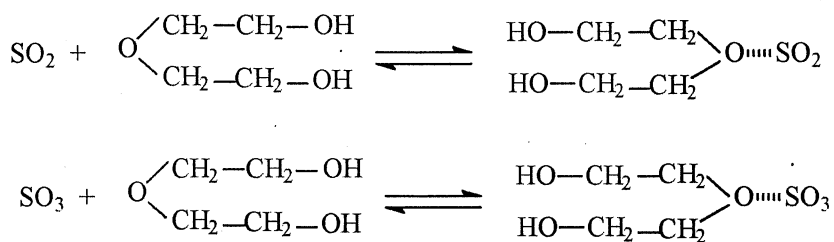
bên trên hiện nay chỉ được sử dụng để khử lưu huỳnh trong khí công nghiệp với số lượng lớn để loại bỏ hydrogen sunfit, lưu huỳnh cacbonyl, và cacbon disunfit, nhưng không được sử dụng để khử lưu huỳnh trong khí thải và các loại khí khác để loại bỏ SO_x (bao gồm lưu huỳnh đioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit).

Sáng chế trước đây của tác giả “Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí bằng polyetylen glycol (Sáng chế số ZL200910009058.1)” và “Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí thải bằng etylen glycol (Sáng chế số ZL200710110446.X)” có hiệu quả khử lưu huỳnh tốt trong quá trình thử nghiệm sản xuất công nghiệp. Tuy nhiên, một lượng nhỏ dung dịch etylen glycol và polyetylen glycol sẽ hư hỏng trong quá trình tái tạo bằng gia nhiệt, nó sẽ làm tăng chi phí vận hành và hiệu quả khử lưu huỳnh bị ảnh hưởng. Điều này cho thấy rằng lưu huỳnh đioxit hoặc lưu huỳnh trioxit chủ yếu tác dụng với các nhóm hydroxyl trong phân tử etylen glycol hoặc polyetylen glycol và đồng thời làm yếu sự liên kết ete trong polyetylen glycol khi tương tác với etylen glycol hoặc polyetylen glycol. Các cơ chế tương tác như sau:

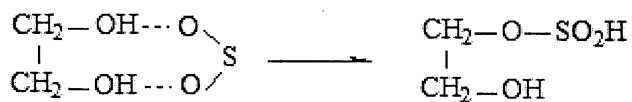
Lấy etylen glycol và dietylen glycol làm ví dụ, phản ứng hóa học như sau:



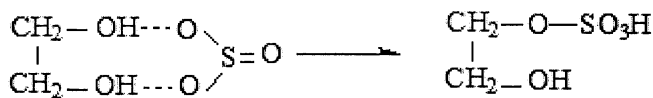
Các ràng buộc yếu sau đây sẽ xảy ra bên cạnh những phản ứng chính trên:



Các phản ứng phụ sau đây sẽ xảy ra trong quá trình tái tạo bằng cách gia nhiệt:



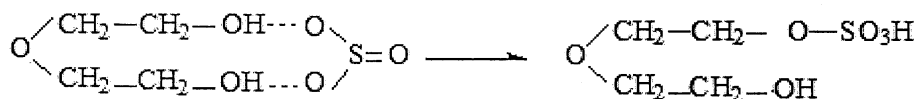
etylen glycol sulfinat



etylen glycol sulfinat



dietylen glycol sulfinat



dietylen glycol sulfinat

Từ những kết quả nghiên cứu của chúng tôi, có thể thấy được các phản ứng phụ nêu trên có thể là phản ứng không đảo ngược. Nói cách khác, không có cách nào để đảo ngược các phản ứng phụ. Từ đó dẫn đến sulfinat và sulfonat không thể được tái sinh để giải phóng lưu huỳnh dioxide hoặc lưu huỳnh trioxide. Khả năng hấp thụ lưu huỳnh của dung dịch sẽ giảm khi lượng sulfinat và sulfonat trong dung dịch tăng. Dung dịch giảm, hệ thống bị phá hủy và sẽ không hoạt động.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Benson, H.E. Parrish, R.W. (1974) HiPure Process Removes CO₂/H₂S. Hydrocarbon Processing, April. 81-82.
- [2] Jenett, E. (1962), Giammarco-Vetrocoke Process. The Oil and Gas Journal. April 30, 72-79.
- [3] F.C. Riesenfeld, A.L. Kohl, translated by Yusheng Shen, <Gas Purification>, Beijing, China Architecture & Building Press, 1982.
- [4] Wenbin Dai, Hongqing Tang, <Computer and Applied Chemistry>, 1994, 11 (1), P44-51.
- [5] Bin Ma, <Coal Chemical Industry>, 1994, No. 68, P35-38.

- [6] Zh. Prikl. Khim.(S.-Peterburg), 66(10), 2383-2385(Russian), 1993.
- [7] Xionghui Wei, Qianhuan Dai, Zhongming Chen, Kesheng Shao, Chending Zhang, (1998) Principle of Deluru huynhization by Buffer Aqueous Solution of Alkaline Iron Salt, Journal of Chemical Engineering, 49(1), 48-58.
- [8] Xionghui Wei, (1994) Novel method of Deluru huynhization and Deoxygenation for Semi-water Gas, Chinese patent publication No. 1087110.
- [9] Xionghui Wei, (1996) Decarbonization and Deluru huynhization Method by Pressurized Iron-alkaline Solution, Chinese patent publication No. 1133817.
- [10] Xionghui Wei, Meihua Zou, Fenghui Wei, (1999) Decarbonization, Deluru huynhization and Decyanation Method for Gas by Iron-alkaline Solution via Catalysis, Chinese patent No. ZL99100596.1.
- [11] Xionghui Wei, (2002) Deluru huynhization Method for Gas by Biochemical Iron-alkaline Solution via Catalysis, Chinese patent No. ZL02130605.2.
- [12] Galeeva R. G., Kamalov Kh. S., Aminov M. Kh., Gafiatullin R. R., Mitina A. P., Bakhshijan D. Ts., Safin G. R., Levanov V. V., Installation for Complete purification of Petroleum and Natural Gases, RU2070423C1.
- [13] Biedermann, Jean-Michel, Process for Eliminating Hydrogen Sulphide Contained in Gas Mixture, PCT/FR83/00174.
- [14] Biedermann, Jean-Michel, etc., Process for Eliminating Hydrogen Sulphide Contained in Gas Mixture, FR2532190-A1.
- [15] Muraoka Hiromitsu, Dehydration Method by Etylen Glycol, JP62-95118A.
- [16] German Patent, Dehydration Method by Etylen Glycol, DT2333708A1.
- [17] The Former Soviet Union Patent, SU1611411A1.
- [18] Komuro Takeyong, JP6-228573A.
- [19] The Former Soviet Union Patent, SU655410A.
- [20] WYSCHOFSKY Michael, HOBERG Dirk, Method for the Separation of Gaseous Components from Technical Gases by Means of Etylen Glycol Dimethyl Ethers at Low Temperatures, WO03011432A1(PCT/EP02/07915).

[21] The Former Soviet Union Patent, SU927282B.

[22] DILLON Edward Thomas, Composition and Method for Sweetening Hydrocarbons, WO9007467A1(PCT/US89/05742).

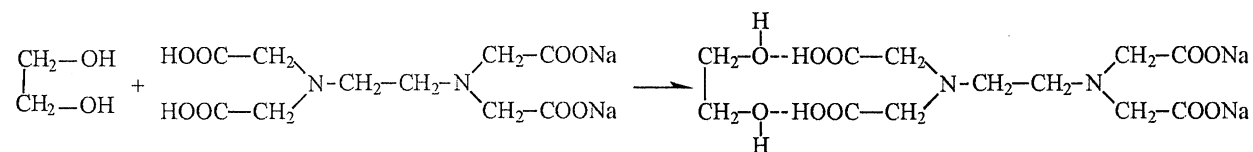
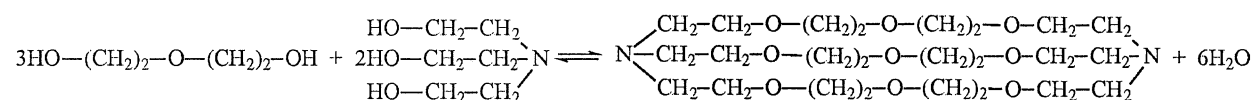
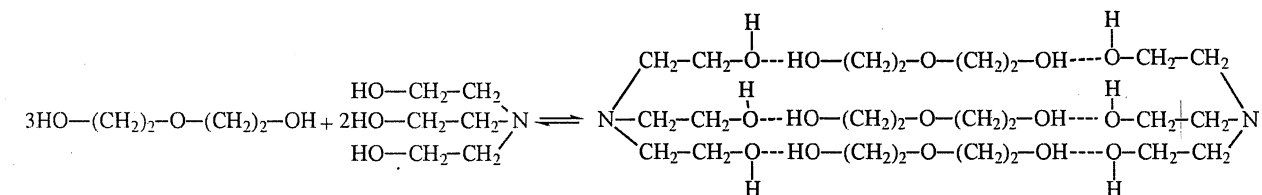
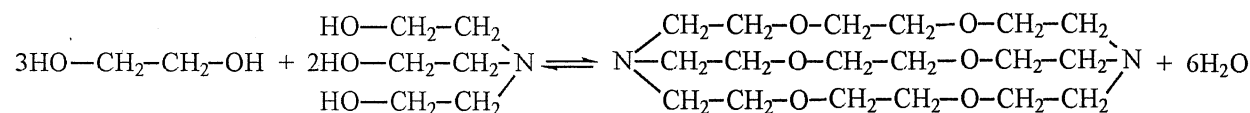
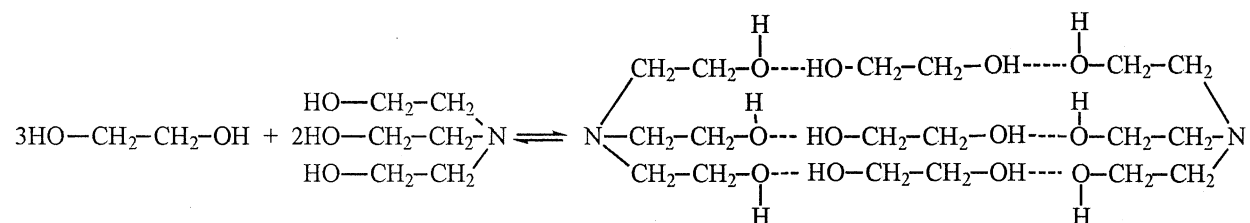
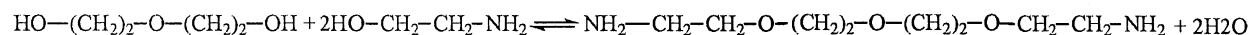
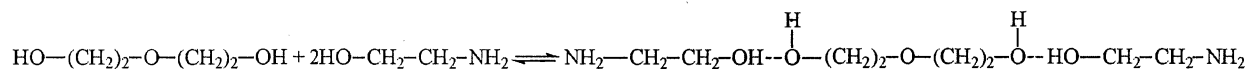
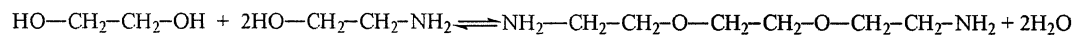
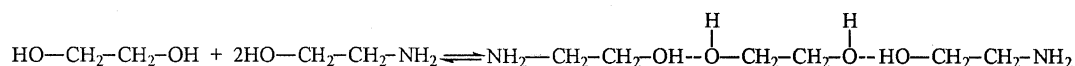
[23] Zaida Diaz, Process for the Removal of H_2S and CO_2 from Gaseous Streams, US4368178.

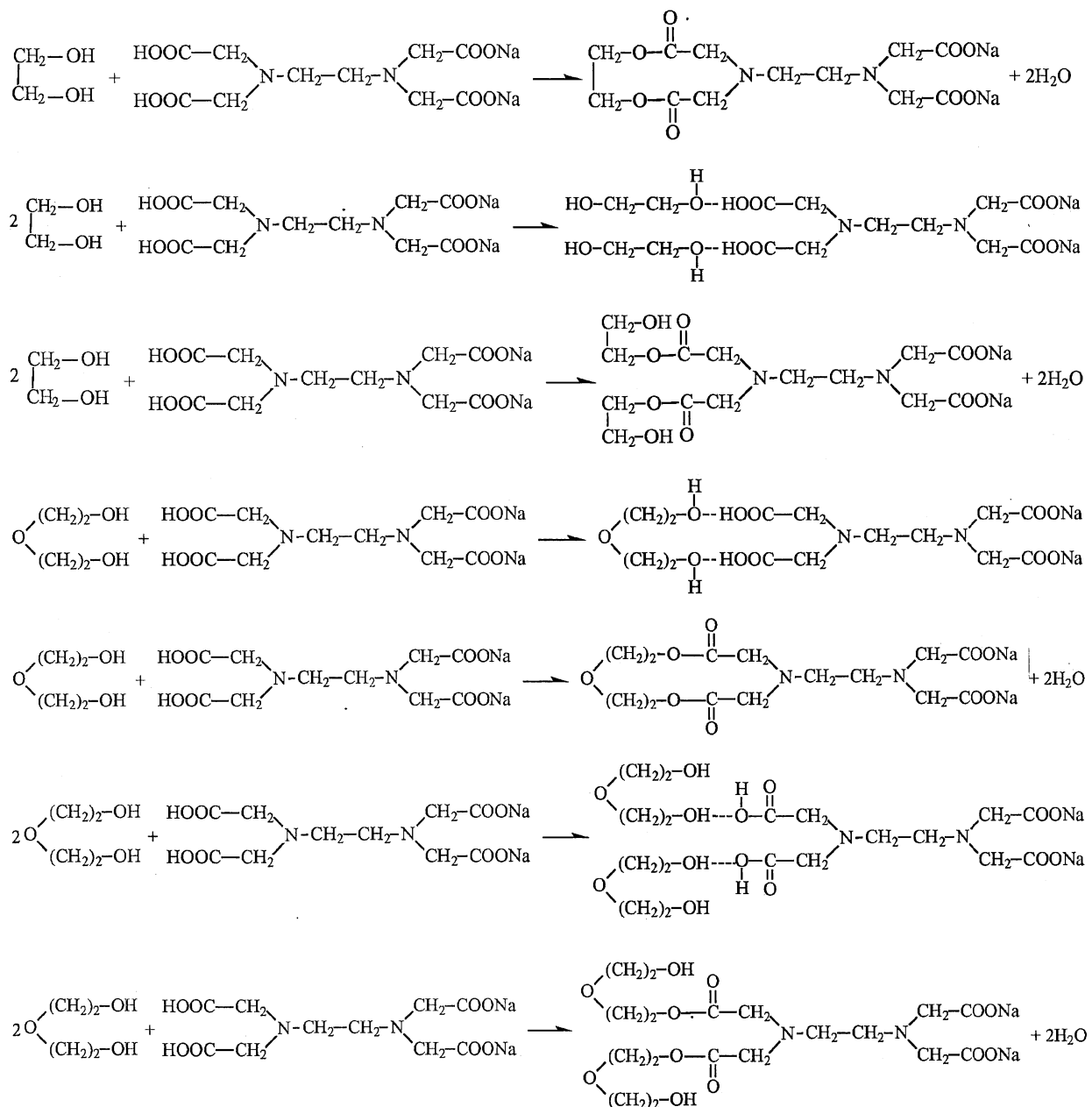
Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết những thiếu sót trong những sáng chế trước đây của chúng tôi “Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí bằng polyetylen glycol (Sáng chế số ZL200910009058.1)” và “Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí thải bằng etylen glycol (Sáng chế số ZL200710110446.X)”, tăng khả năng khử lưu huỳnh, và tránh làm giảm đáng kể các sulfinat và sulfonat, sáng chế đề cập đến phương pháp loại bỏ SO_x từ khí thải bằng dung dịch khử gốc amin bằng cách trộn etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol với hợp chất hữu cơ hydroxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ và/hoặc hợp chất hữu cơ cacboxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ. Sau một nghiên cứu sâu rộng, người ta đã xác định được rằng etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol sẽ tác dụng với hợp chất hữu cơ hydroxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ và/hoặc hợp chất hữu cơ cacboxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ để tạo thành một liên kết ổn định thông qua liên kết hydro, và từ đó sự ổn định của dung dịch khử gốc amin được tăng lên một cách đáng kể, từ đó tăng một cách đáng kể axit và sức bền của dung dịch khử gốc amin. Dưới tác dụng của axit và bazơ mạnh, hoặc trong điều kiện nhiệt độ cao, các liên kết hydrogen liên phân tử đã hình thành được sẽ được khử nước để tạo liên kết ete hoặc liên kết este. Trong trường hợp này, dung dịch sẽ ổn định hơn.

Để minh họa cho các cơ chế liên kết hydro của dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, etylen glycol và etanolamin, dietylen glycol và etanolamin, etylen glycol và trietanolamin, dietylen glycol và trietanolamin, etylen glycol và muối dinatri EDTA, cũng như dietylen glycol và muối dinatri EDTA được minh họa. Tuy nhiên, minh họa không giới hạn rằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế chỉ bao gồm etylen glycol và/hoặc dietylen glycol và etanolamin và/hoặc trietanolamin và/hoặc muối dinatri EDTA. Thay vào đó, dung dịch khử gốc amin theo sáng chế bao gồm etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol và hợp chất hữu cơ hydroxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ

và/hoặc axit cacboxylic có các nhóm cơ bản chứa nitơ và/hoặc cacboxylat có các nhóm cơ bản chứa nitơ.





Nghiên cứu chỉ ra rằng khả năng tan của EDTA (và các loại muối của EDTA) trong polyetylen glycol trở nên giảm dần sự trùng lặp của các gốc polyetylen glycol tăng. Khi sự trùng lặp của các gốc polyetylen glycol nhiều hơn 12, EDTA (gồm các loại muối của EDTA) sẽ không tan trong polyetylen glycol. Do đó, để tăng độ tan của EDTA (gồm các loại muối của EDTA) trong polyetylen glycol, một lượng etylen glycol hoặc polyetylen glycol có sự trùng lặp của các gốc nhỏ hơn 8 có thể được thêm vào polyetylen glycol.

Trong phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế này, thứ nhất, polyetylen glycol được dùng để hấp thụ SO_x ($x=2$ và/hoặc 3) trong khí, và sau đó dung dịch khử gốc amin với SO_x đã hấp thụ được tái sinh bằng một hoặc

nhiều phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp tách khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ, và dung dịch khử gốc amin đã tái tạo được tái sử dụng. Khi dung dịch gốc amin đã được khử có hàm lượng nước tương đối cao và gây ảnh hưởng đến hiệu quả khử lưu huỳnh, việc loại bỏ nước ra khỏi dung dịch khử gốc amin là cần thiết. Phương pháp loại bỏ nước bằng cách dùng nhiệt độ, hấp thụ nước bởi các chất thấm nước hoặc là hỗn hợp các chất trên. Dung dịch khử gốc amin đã loại bỏ nước được đưa ra để tái sử dụng.

Theo phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, không có yêu cầu đặc biệt cho tổng hàm lượng SO_x trong khí trước khi khử lưu huỳnh. Tuy nhiên, để tăng khả năng khử lưu huỳnh, tổng lượng SO_x trong khí chứa lưu huỳnh tốt nhất là dưới 99,9% (phần trăm khối lượng).

Trong phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, không có hạn chế nghiêm ngặt trong điều kiện thực hiện. Tuy nhiên, việc hấp thụ được thực hiện tốt nhất trong áp suất thường hoặc cao và nhiệt độ trong khoảng từ -20°C đến -80°C . Tiếp đó, dung dịch khử gốc amin đã hấp thụ SO_x sẽ được tái sinh bằng phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp tách khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ. Tốt hơn, nhiệt độ của phản ứng trong khoảng từ 0°C đến 300°C .

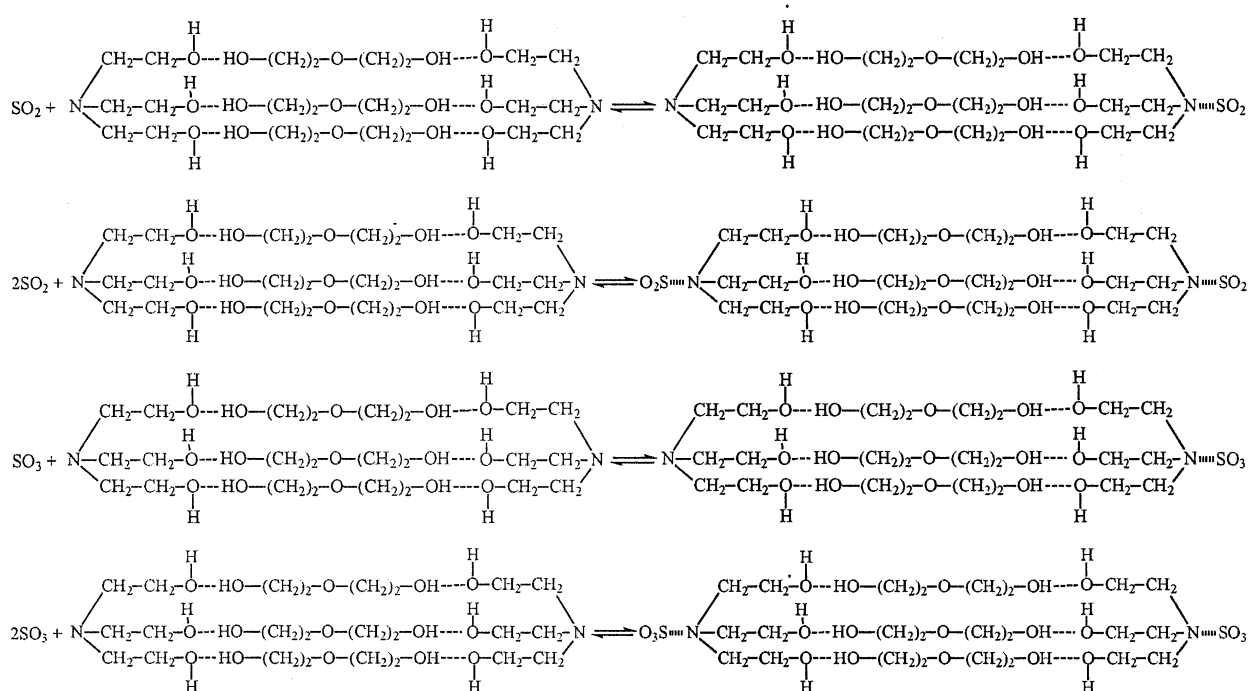
Dung dịch khử gốc amin là dung dịch được tạo ra bằng cách trộn etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol với hợp chất hữu cơ hydroxyl có các nhóm cơ bản chứa nito và/hoặc axit hữu cơ cacboxylic có các nhóm cơ bản chứa nito và/hoặc hợp chất hữu cơ cacboxylat có các nhóm cơ bản chứa nito, trong đó tổng phần trăm lượng etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol và hợp chất hữu cơ hydroxyl có các nhóm cơ bản chứa nito và/hoặc axit hữu cơ cacboxylic có các nhóm cơ bản chứa nito và/hoặc hợp chất hữu cơ cacboxylat có các nhóm cơ bản chứa nito nhiều hơn hoặc bằng 80%, và phần trăm lượng nước nhỏ hơn 20%.

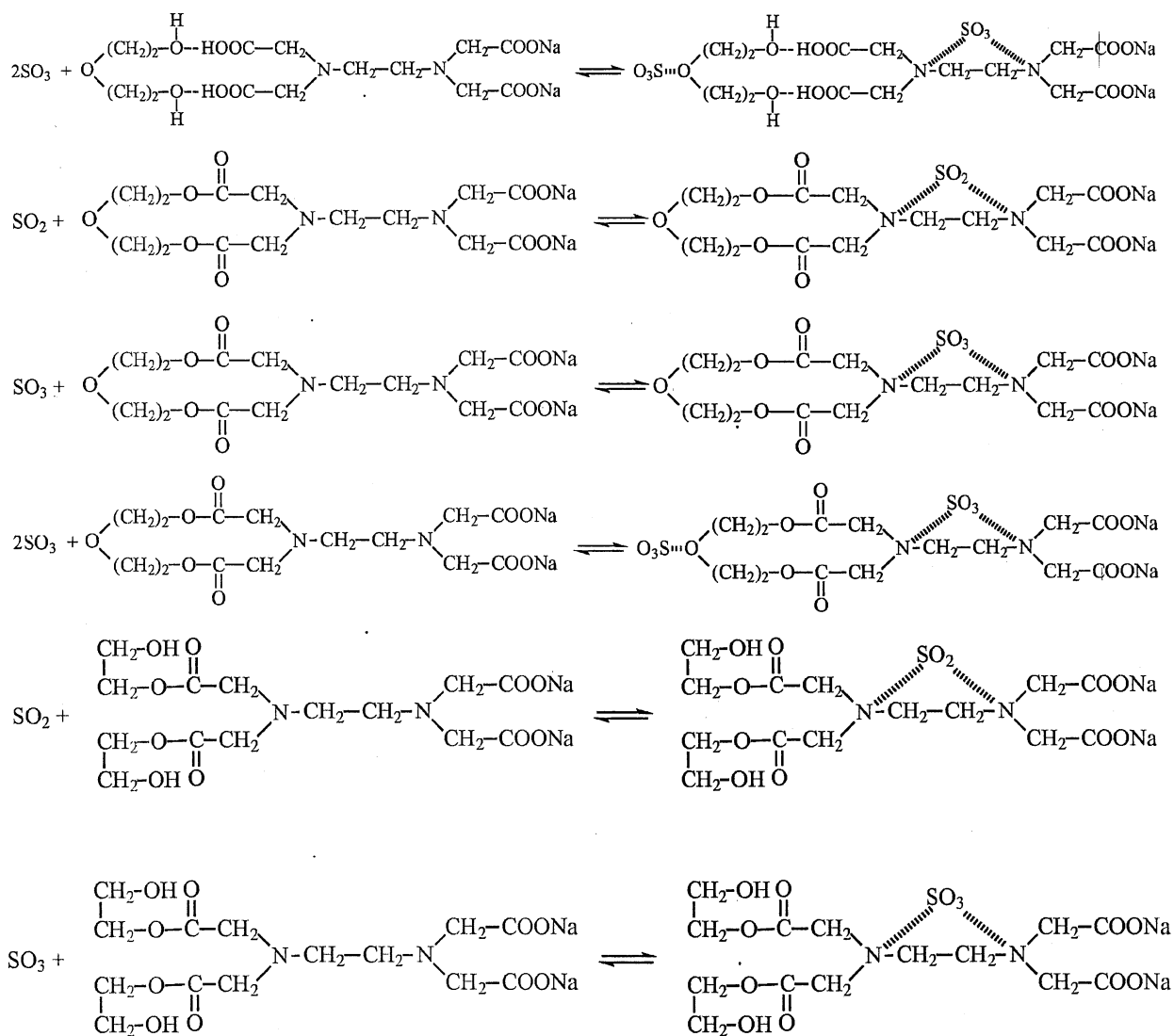
Trong phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, khi dung dịch khử gốc amin và SO_x bị hấp thụ được tái sinh bằng phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp tách khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ, sản phẩm tạo ra là lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit.

Các nguyên tắc cơ bản của sáng chế như sau:

Để giải thích rõ hơn về nguyên tắc của sáng chế, dietylen glycol và trietanolamin và/hoặc muối dinatri EDTA như đã được minh họa. Tuy nhiên, việc này không giới hạn rằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế chỉ bao gồm etylen glycol và/hoặc dietylen glycol và etanolamin và/hoặc trietanolamin và/hoặc muối dinatri EDTA. Ngoài ra, nó cũng không làm hạn chế những yêu cầu bảo hộ của sáng chế.

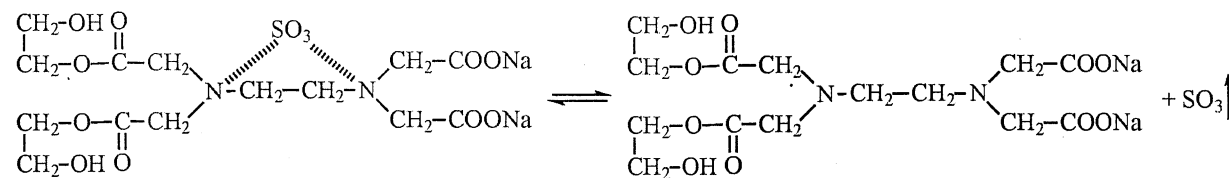
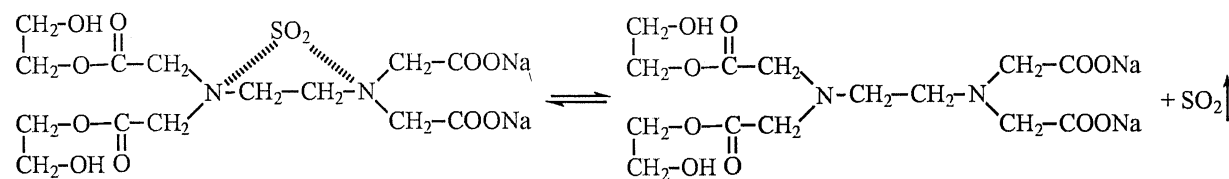
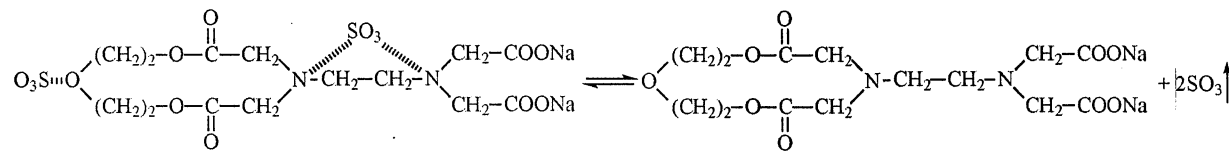
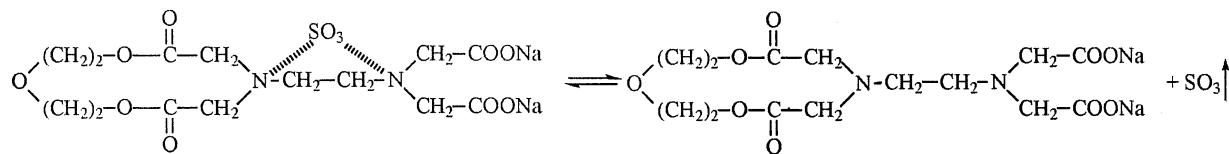
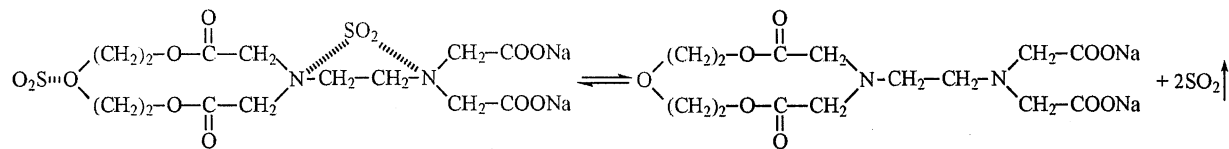
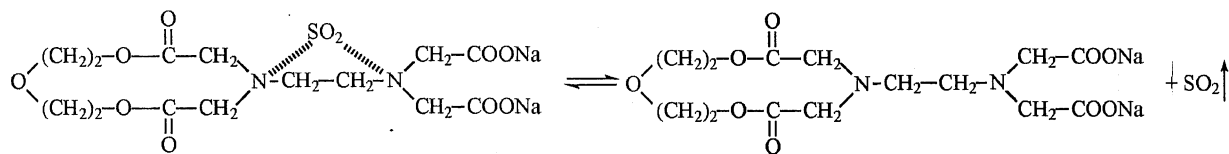
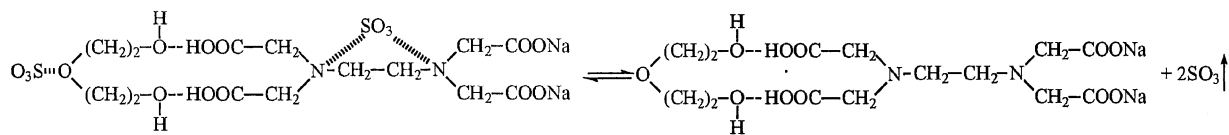
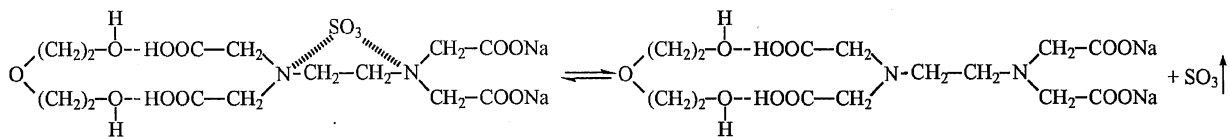
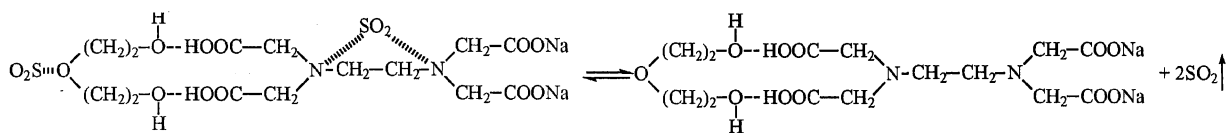
Phản ứng hấp thụ dưới đây diễn ra khi khí thải hoặc các khí ga khác chứa SO_x phản ứng với dung dịch khử gốc amin:





Dung dịch khử gốc amin hấp thụ lưu huỳnh dioxit và lưu huỳnh trioxit tạo thành chất khử nồng độ cao, chảy ra từ đáy của tháp khử lưu huỳnh và chảy vào buồng tái tạo để được tạo ra bằng một hoặc nhiều phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp tách khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ, sản phẩm tạo ra là lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit với nồng độ cao. Các phản ứng sau đây sẽ được thực hiện trong bộ tái tạo cho dung dịch nồng độ cao.





Nghiên cứu chỉ ra rằng khả năng hấp thụ lưu huỳnh của dung dịch khử gốc amin sẽ giảm đáng kể khi dung dịch khử gốc amin chứa nước. Do đó, nước trong dung dịch khử gốc amin cần được loại bỏ càng nhiều càng tốt. Nồng độ nước càng thấp, hiệu quả khử lưu huỳnh càng cao. Tuy nhiên, trong thực nghiệm khử lưu huỳnh, không

thể loại bỏ hoàn toàn nước trong dung dịch khử gốc amin. Để giảm lượng nước trong dung dịch khử gốc amin để quá trình khử lưu huỳnh được hiệu quả, phần trăm lượng nước trong dung dịch khử gốc amin có thể giảm xuống 20% hoặc ít hơn.

Dung dịch khử gốc amin sau khi được tái sinh (sau đây gọi là "chất khử lưu huỳnh") có thể tái sử dụng.

Để đạt được các nguyên tắc cơ bản nêu trên, cần thực hiện hai quá trình. Quá trình thứ nhất là khử lưu huỳnh và hấp thụ, và quá trình thứ hai là tái tạo chất khử lưu huỳnh. Phương pháp sử dụng trong quá trình tái tạo chất khử lưu huỳnh bao gồm phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp khử khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ.

Quá trình thứ nhất được mô tả như sau: quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ có thể thực hiện trong điều kiện thường hoặc áp suất cao. Quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ được thể hiện trong Hình 1. Quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ thực hiện trong tháp khử lưu huỳnh. Thông thường, khí chứa SO_x được đưa vào trong tháp khử lưu huỳnh từ đáy tháp khử lưu huỳnh. Chất khử lưu huỳnh được tái sinh (thường được gọi là "chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp") được đưa vào tháp khử lưu huỳnh từ đỉnh của tháp khử lưu huỳnh. Trong tháp khử lưu huỳnh, khí chứa SO_x phản ứng với chất khử lưu huỳnh chảy ngược và SO_x trong khí được hấp thụ bởi chất khử lưu huỳnh. Sau đó, khí chứa SO_x bị loại bỏ được thải ra từ đỉnh tháp khử lưu huỳnh. Chất khử lưu huỳnh với SO_x được hấp thụ trong khí được chuyển thành "chất khử lưu huỳnh nồng độ cao". "Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao" được thải ra từ đáy của tháp khử lưu huỳnh và sau đó chảy vào buồng tái tạo. Ngoài ra, cả khí và chất khử lưu huỳnh được đưa vào tháp khử lưu huỳnh từ đỉnh tháp khử lưu huỳnh trong quá trình hấp thụ. Sự hấp thụ được thực hiện đồng thời trong tháp khử lưu huỳnh.

Quá trình thứ hai là quá trình tái tạo chất khử lưu huỳnh. Phương pháp tái tạo bao gồm phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp tách khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ.

Các sơ đồ dòng chảy của việc tái tạo phương pháp gia nhiệt được thể hiện trong Hình 2. "Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao" với SO_x được hấp thụ được đưa vào máy tái tạo nhiệt và làm nóng giải phóng SO_2 và/hoặc SO_3 . Chất khử lưu huỳnh được tái sinh bằng phương pháp gia nhiệt thường được gọi là chất khử lưu huỳnh "nồng độ

trung” hoặc “nồng độ thấp”. “Chất khử lưu huỳnh nồng độ trung” hoặc “chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp” có thể biến đổi trực tiếp trong quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để có thể sử dụng nhiều lần. Ngoài ra, nó có thể được chuyển đổi sang một máy tái tạo khác để tái tạo bằng một phương pháp tái tạo khác và sau đó được chuyển đổi để thực hiện lặp lại quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ.

Các sơ đồ dòng chảy của việc tái tạo bằng phương pháp hút chân không được thể hiện trong Hình 3. “Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao” với SO_x đã được hấp thụ được đưa vào máy tái tạo chân không và được tái sinh để giải phóng SO_2 và/hoặc SO_3 . Chất khử lưu huỳnh được tái sinh bởi buồng chân không thường được gọi là “chất khử lưu huỳnh nồng độ trung” hoặc “chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp”. “Chất khử lưu huỳnh nồng độ trung” hoặc “chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp” có thể biến đổi trực tiếp trong quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để có thể sử dụng nhiều lần. Ngoài ra, nó có thể được chuyển đổi sang một máy tái tạo khác để tái tạo bằng một phương pháp tái tạo khác và sau đó được chuyển đổi để thực hiện lặp lại quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ.

Các sơ đồ dòng chảy của việc tái tạo bằng phương pháp tách khí được thể hiện trong Hình 4. Chất khử lưu huỳnh “nồng độ cao” với SO_x đã được hấp thụ được thổi vào máy tái tạo tách khí. Khí trơ (như nitơ, argon, và hơi nước, ...) được thổi từ phía cuối cùng của máy tái tạo tách khí. SO_2 và/hoặc SO_3 được thực hiện từ chất khử lưu huỳnh “nồng độ cao” bằng khí trơ, và chất khử lưu huỳnh được tái sinh. Chất khử lưu huỳnh được tái sinh bởi buồng tách khí thường được gọi là “chất khử lưu huỳnh nồng độ trung” hoặc “chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp”. “Chất khử lưu huỳnh nồng độ trung” hoặc “chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp” có thể biến đổi trực tiếp trong quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để có thể sử dụng nhiều lần. Ngoài ra, nó có thể được chuyển đổi sang một máy tái tạo khác để tái tạo bằng một phương pháp tái tạo khác và sau đó được chuyển đổi để thực hiện lặp lại quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ.

Các sơ đồ dòng chảy của quá trình tái tạo bằng phương pháp siêu âm và/hoặc phương pháp vi sóng hoặc phương pháp bức xạ được thể hiện tại Hình 5. Chất khử lưu huỳnh “nồng độ cao” với SO_x đã được hấp thụ được thổi vào máy tái tạo siêu âm và/hoặc vi sóng hoặc bức xạ và được tái sinh bởi chiếu siêu âm và/hoặc vi sóng hoặc bức xạ để giải phóng SO_2 và/hoặc SO_3 . Chất khử lưu huỳnh được tái sinh bởi siêu âm và/hoặc vi sóng hoặc bức xạ thường được gọi là “chất khử lưu huỳnh nồng độ trung”

hoặc “chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp”. “Chất khử lưu huỳnh nồng độ trung” hoặc “chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp” có thể biến đổi trực tiếp trong quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để có thể sử dụng nhiều lần. Ngoài ra, nó có thể được chuyển đổi sang một máy tái tạo khác để tái tạo bằng một phương pháp tái tạo khác và sau đó được chuyển đổi để thực hiện lặp lại quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ.

Quá trình tái tạo theo sáng chế có thể áp dụng hai hoặc nhiều phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp tách khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ đã được đề cập trong một máy tái tạo.

Khi dung dịch gốc amin đã được khử có hàm lượng nước tương đối cao và gây ảnh hưởng đến hiệu quả khử lưu huỳnh, việc loại bỏ nước ra khỏi dung dịch khử gốc amin là cần thiết. Phương pháp loại bỏ nước bằng phương pháp gia nhiệt, hấp thụ nước bởi các chất thấm nước hoặc hỗn hợp các chất đó. Dung dịch khử gốc amin đã loại bỏ nước được đưa ra để tái sử dụng.

Chất khử lưu huỳnh của dung dịch khử gốc amin theo sáng chế là một dung dịch được tạo bằng việc trộn etylen glycol, hoặc polyetylen glycol, hoặc hỗn hợp dung dịch etylen glycol và polyetylen glycol với hợp chất hữu cơ hydroxyl/cacboxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ. Trong một phương án theo sáng chế, polyetylen glycol có thể là polyetylen glycol có một gốc, hỗn hợp dung dịch polyetylen glycol có nhiều gốc khác nhau. Trong một phương án theo sáng chế, hợp chất hữu cơ hydroxyl/cacboxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ có thể là hợp chất hữu cơ hydroxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ, hoặc axit hữu cơ cacboxylic có các nhóm cơ bản chứa nitơ, hoặc hợp chất hữu cơ cacboxylat có các nhóm cơ bản chứa nitơ, hoặc bất kỳ sự kết hợp nào. Hợp chất hữu cơ hydroxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ được nêu tại đây là hợp chất alcoholamin (như monometanolamin, dimetanolamin, trimetanolamin, monoetanolamin, dietanolamin, trietanolamin, N,N-dimetyl etanolamin, N,N-dietyl etanolamin, N,N-diisopropyl etanolamin, N-metyl dietanolamin, monopropanolamin, dipropanolamin, tripropanolamin, isopropanolamin, diisopropanolamin, triisopropanolamin, monobutanolamin, dibutanolamin, tributanolamin, N-hydroxyetyletylendiamin, N,N'-dihydroxyetyletylendiamin, N,N-dihydroxyetyl anilin, N-etyl-N-hydroxyetyl anilin, N-metyl-N-hydroxyetyl anilin, o-aminophenol, m-aminophenol, p-aminophenol, 2,4,6-tri(dimetylaminometyl)phenol, 3-dietylaminophenol, 2-amino-5-nitrophenol, aminothiaoximoaxit, rượu N-

methylpyrrolidinyl, 2,4-diamino-6-hydroxy pyrimidin, axit xyanuric, 2-(2'-hydroxy-5'-methylphenyl)benzotriazol, axit Gamma, axit J, axit phenyl J, axit Chicago và muối của chúng, axit H và muối của chúng, axit di-J, axit scarlet và muối của chúng và các chất tương tự như vậy). Axit hữu cơ cacboxylic có các nhóm cơ bản chứa nito là một hợp chất hữu cơ bao gồm cả nhóm axit cacboxylic và nhóm amin trong phân tử (nhiều hơn một nhóm axit cacboxylic có thể được chứa trong phân tử giống nhau, hoặc nhiều hơn một gốc amin có thể được chứa trong phân tử giống nhau, và nhóm amin có thể là nhóm amin sơ cấp, nhóm amin thứ cấp, nhóm amin bậc ba hoặc nhóm amoni bậc bốn) (như, các loại amino axit, EDTA, axit nitrilotriaxetic, axit xyanoaxetic, axit hippuric, axit o-aminobenzoic, axit m-aminobenzoic, axit p-aminobenzoic, axit o-aminophenylaxetic, axit p-aminophenylaxetic, axit o-aminophenylpropionic, axit m-aminophenylpropionic, axit p-aminophenylpropionic, axit o-aminophenylbutyric, axit m-aminophenylbutyric, axit p-aminophenylbutyric, axit o-aminophenylpentoic, axit m-aminophenylpentoic, axit p-aminophenylpentoic, axit o-aminophenylhexylic, axit m-aminophenylhexylic, axit p-aminophenylhexylic, axit isonicotinic, axit 2,3-pyrazin dicarboxylic và các chất tương tự). Hợp chất hữu cơ cacboxylat có các nhóm cơ bản chứa nito là hợp chất hữu cơ cacboxylat chứa cả nhóm axit cacboxylic và nhóm amin trong phân tử (nhiều hơn một nhóm cacboxylic có thể được chứa trong phân tử giống nhau, ít nhất một trong số chúng có các liên kết ion như ion amoni, và/hoặc ion natri, và/hoặc ion kali, và/hoặc ion magie, và/hoặc ion canxi, và/hoặc ion kim loại chuyển tiếp để hình thành cacboxylat, hoặc nhiều hơn một nhóm amin có thể được chứa trong phân tử giống nhau, và nhóm amin có thể là nhóm amin sơ cấp, nhóm amin thứ cấp, nhóm amin bậc ba hoặc nhóm amoni bậc bốn (như các loại muối của amino axit, muối của EDTA, muối của axit nitrilotriaxetic, muối của axit xyanoaxetic, muối của axit hippuric, muối của axit o-aminobenzoic, muối của axit m-aminobenzoic, muối của axit p-aminobenzoic, muối của axit o-aminophenylaxetic, muối của axit m-aminophenylaxetic, muối của axit p-aminophenylaxetic, muối của axit o-aminophenylpropionic, muối của axit m-aminophenylpropionic, muối của axit p-aminophenylpropionic, muối của axit o-aminophenylbutyric, muối của axit m-aminophenylbutyric, muối của axit p-aminophenylbutyric, muối của axit o-aminophenylpentoic, muối của axit m-aminophenylpentoic, muối của axit p-aminophenylpentoic, muối của axit o-aminophenylhexylic, muối của axit m-

aminophenylhexylic, muối của axit p-aminophenylhexylic, muối của axit isonicotinic, muối của axit 2,3-pyrazin dicarboxylic và các chất tương tự).

Trong dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, lượng etylen glycol, hoặc polyetylen glycol, hoặc hỗn hợp của etylen glycol và polyetylen glycol nhiều hơn hoặc bằng 50% (khối lượng), lượng hợp chất hữu cơ hydroxyl/carboxyl có các nhóm cơ bản chứa nitơ nằm trong khoảng 0,1% đến 30% (khối lượng), và lượng nước ít hơn 20% (khối lượng).

Để cải thiện khả năng hấp thụ lưu huỳnh của dung dịch khử gốc amin, có thể thêm một lượng các chất phụ gia vào dung dịch khử gốc amin theo sáng chế. Chất phụ gia có thể là các amin hữu cơ, amit, các sulfon, sulfoxit, axit hữu cơ, muối của axit hữu cơ, và các hợp chất hữu cơ kim loại. Các amin hữu cơ có thể là alkylamin (ví dụ amin béo như monometylamin, dimetylamin, trimetylamin, monoetylamin, dietylamin, trietylamin, monopropylamin, dipropylamin, tripropylamin, n-propylamin, isopropylamin, monobutylamin, dibutylamin, tributylamin, n-butylamin, sec-butylamin, iso-butylamin, tert-butylamin, etylendiamin, propandiamin, hexametylendiamin, trietylendiamin, dietylentriamin, trietylentetraamin, tetraetylenpentaamin, polyetylenpolyamin), và amin thơm (như anilin, N-metylanilin, N-etylanilin, N-propylanilin, N-butylanilin, N,N-dimetylanilin, N,N-dietylanilin, N,N-dipropylanilin, N,N-dibutylanilin, phenylendiamin, alpha-naphtylamin, anilin halogen, nitroanilin, anilin sulfonic và các chất tương tự). Các amit bao gồm formylamit, axetamit, DMF, MDEA, formanilit, axetanilit, propionanilit, butyrylanilit, benzyldimetylamin, benzyldietylamin, benzyldimetylpropylamin, benzyldibutylamin và các chất tương tự. Sulfon và sulfoxit bao gồm các dimetyl sulfon, dietyl sulfon, dipropyl sulfon, dibutyl sulfon, bis-hydroxyetyl sulfon và các chất tương tự, dimetyl sulfoxit (DMSO), dietyl sulfoxit, dipropyl sulfoxit, dibutyl sulfoxit và các chất tương tự. Các axit hữu cơ bao gồm axit hữu cơ đơn, axit hữu cơ đôi, axit hữu cơ ba, và polyaxit và các chất tương tự. Muối của các axit hữu cơ bao gồm muối của các axit hữu cơ của kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, và các kim loại chuyển hóa (như muối của axit salixylic, muối của axit tannic, muối của axit gallic, muối của axit xitric và các chất tương tự). Các hợp chất hữu cơ kim loại bao gồm các hợp chất hữu cơ kim loại chuyển tiếp và các chất tương tự. Một, hai hoặc nhiều các chất phụ gia được đề cập bên trên có thể được thêm vào

dung dịch khử gốc amin. Lượng các chất phụ gia theo sáng chế trong dung dịch khử gốc amin dưới 10% (khối lượng).

So sánh với quá trình khử lưu huỳnh ướt thông thường (ví dụ quá trình khử lưu huỳnh bằng canxi, và quá trình khử lưu huỳnh bằng amin), sáng chế có những lợi ích sau đây. (1) Quá trình khử lưu huỳnh ướt thông thường chỉ có thể thực hiện việc khử lưu huỳnh trong khí có hàm lượng lưu huỳnh thấp. Phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế có thể thực hiện việc khử lưu huỳnh cho khí có hàm lượng lưu huỳnh thấp và khí có hàm lượng lưu huỳnh cao. (2) Quá trình khử lưu huỳnh ướt thông thường, kết tủa không tan của muối canxi hoặc muối amoni sẽ tạo ra trong suốt quá trình khử lưu huỳnh và tái tạo, dẫn đến các thiết bị và ống dẫn bị tắc. Đối với phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, không có kết tủa không tan của muối canxi hay muối amoni. (3) Đối với phương pháp khử lưu huỳnh ướt đã được sử dụng để loại bỏ lưu huỳnh từ khí thải, các sản phẩm phụ là canxi sulfat và canxi sulfit, hoặc amoni sulfat và amoni sulfit. Đối với phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, sản phẩm phụ là lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit với độ tinh khiết cao, có thị trường rộng lớn và được áp dụng rộng rãi như một nguyên liệu hóa học quan trọng. (4) Đối với sáng chế trước đây “Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí bằng polyetylen glycol (Sáng chế số ZL200910009058.1)” và “Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí bằng etylen glycol (Sáng chế số ZL200710110446.X)”, một vài sulfinat và sulfonat sẽ được tạo ra trong quá trình hoạt động, do đó khả năng hấp thụ lưu huỳnh giảm, và dung dịch bị biến chất, do đó gây tổn hại cho hệ thống và thậm chí khiến hệ thống ngừng hoạt động. Đối với phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, các sulfinat và sulfonat sẽ không bị tạo ra trong suốt quá trình hoạt động, và dung dịch sẽ không bị biến chất. Do đó, dung dịch sẽ ổn định và do đó hoạt động ổn định. Thêm vào đó, phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế, lưu huỳnh trong khí có thể được tinh chế và tổng lượng lưu huỳnh trong khí có thể được giảm dần còn 50 mg/m^3 hoặc ít hơn. Lượng khí/chất lỏng của việc khử lưu huỳnh là rất lớn, và mức tiêu thụ năng lượng thấp. Thêm vào đó, chi phí hoạt động thấp, thời gian hoạt động ngắn, đầu tư thấp và vận hành đơn giản.

Phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch khử gốc amin theo sáng chế có ứng dụng công nghiệp lớn và có thể được sử dụng để khử lưu huỳnh trong khí thải, khí

đốt, khí than lò cốc, tổng hợp các loại khí thải từ các nhà máy nhuộm, khí thải từ các nhà máy hóa chất xơ, và các khí công nghiệp khác và các khí thải có chứa SO_x . Các khí đề cập bên trên chứa tổng lượng lưu huỳnh nhỏ hơn 99,9% (phần trăm khối lượng).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ.

Hình 2 thể hiện sơ đồ tái tạo chất khử lưu huỳnh bằng phương pháp gia nhiệt.

Hình 3 thể hiện sơ đồ tái tạo chất khử lưu huỳnh bằng phương pháp hút chân không.

Hình 4 thể hiện sơ đồ tái tạo chất khử lưu huỳnh bằng phương pháp khử khí.

Hình 5 thể hiện sơ đồ tái tạo chất khử lưu huỳnh bằng phương pháp siêu âm, và/hoặc phương pháp vi sóng, và/hoặc phương pháp bức xạ.

Hình 6 thể hiện cấu trúc nhỏ của thiết bị khử lưu huỳnh và hấp thụ.

Hình 7 thể hiện cấu trúc nhỏ của thiết bị gia nhiệt và khử khí.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp khử lưu huỳnh bằng dung dịch chứa gốc amin theo sáng chế được mô tả dưới đây theo một số phương án cụ thể. Các phương án sau đây chỉ để minh họa rõ hơn về sáng chế chứ không giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế theo sáng chế.

Quá trình thứ nhất là quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ được thể hiện trong Hình 1. Quá trình thứ nhất là khử lưu huỳnh và hấp thụ như trong hình 1 khí chứa SO_x 2 được đưa từ từ đáy tháp khử lưu huỳnh 1 và tiếp xúc với chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4 chảy từ đỉnh tháp. Chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4 hấp thụ SO_x trong môi trường khí 2 chứa SO_x . Khí 2 chứa SO_x được chuyển đổi thành khí sạch 3 và đi ra từ đỉnh tháp khử lưu huỳnh 1. Chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4 và SO_x được hấp thụ tiếp xúc với chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 ở dưới đáy của tháp khử lưu huỳnh 1. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 đi ra từ dưới đáy của tháp khử lưu huỳnh 1 và chuyển tới bộ tái tạo gồm một hoặc một số các phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp khử khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ.

Quá trình thứ hai là quá trình tái tạo chất khử lưu huỳnh. Phương pháp sử dụng bao gồm phương pháp gia nhiệt, phương pháp hút chân không, phương pháp khử khí, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng, và phương pháp bức xạ.

Các sơ đồ dòng chảy của phương pháp gia nhiệt được thể hiện trong Hình 2. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được chuyển vào máy tái tạo nhiệt 6 và được làm nóng để giải phóng lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit dạng khí 7. Khí lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit 7 được chế biến thành sản phẩm phụ của dung dịch lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit có độ tinh khiết cao. Trong khi đó, bột lưu huỳnh và/hoặc bụi 8 có thể được sản xuất hoặc tích lũy, và được tách ra khỏi chất khử lưu huỳnh. Các bột lưu huỳnh tách và/hoặc bụi 8 có thể được tiếp tục chế biến thành các sản phẩm phụ của lưu huỳnh, và cũng có một số dư lượng tro thải ra. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được tái sinh bởi tái tạo bằng máy tái tạo nhiệt 6 và sau đó được chuyển đổi thành chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4. Chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4 được chuyển trực tiếp đến quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để tái sử dụng. Ngoài ra, quá trình trên có thể được chuyển sang máy hút chân không và/hoặc máy khử khí, và/hoặc máy siêu âm, và/hoặc máy vi sóng, và/hoặc máy bức xạ để tái tạo thêm.

Các sơ đồ dòng chảy của phương pháp hút chân không được thể hiện trong Hình 3. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được chuyển vào máy tái tạo chân không 9, chân không được tạo ra với sự trợ giúp của phòng chân không 10 và để giải phóng lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit dạng khí 7. Khí lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit 7 được chế biến thành sản phẩm phụ của dung dịch lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit có độ tinh khiết cao. Trong khi đó, bột lưu huỳnh và/hoặc bụi 8 có thể được sản xuất hoặc tích lũy, và được tách ra khỏi chất khử lưu huỳnh. Các bột lưu huỳnh tách và/hoặc bụi 8 có thể được tiếp tục chế biến thành các sản phẩm phụ của lưu huỳnh, và cũng có một số dư lượng tro thải ra. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được tái sinh bởi tái tạo bằng máy tái tạo chân không 9 và sau đó được chuyển đổi thành chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4. Chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4 được chuyển trực tiếp đến quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để tái sử dụng. Ngoài ra, quá trình trên có thể được chuyển sang máy tái tạo nhiệt và/hoặc máy khử khí, và/hoặc máy siêu âm, và/hoặc máy vi sóng, và/hoặc máy bức xạ để tái tạo thêm.

Phương pháp khử bằng máy tái tạo tách khí được thể hiện tại Hình 4. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được chuyển đến máy tái tạo tách khí 11, và tác dụng ngược với khí trơ 12 (bao gồm nitơ, argon và hơi nước, ...) từ phía cuối cùng của máy tái tạo tách khí 11. Lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit trong chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 trộn vào khí trơ và hỗn hợp khí 13 của lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit với nồng độ cao được hình thành và được thải ra từ phía trên cùng của máy tái tạo tách khí 11. Khí lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit thải ra trong khí trơ được xử lý thành sản phẩm phụ của dung dịch lưu huỳnh dioxit và/hoặc trioxit lưu huỳnh có độ tinh khiết cao. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được tái sinh bởi tái tạo bằng máy tái tạo tách khí 11 và sau đó được chuyển đổi thành chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4. Chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4 được chuyển trực tiếp đến quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để tái sử dụng. Ngoài ra, quá trình trên có thể được chuyển sang máy tái tạo nhiệt và/hoặc máy hút chân không, và/hoặc máy siêu âm, và/hoặc máy vi sóng, và/hoặc máy bức xạ để tái tạo thêm.

Phương pháp tái tạo khí bằng phương pháp siêu âm, và/hoặc phương pháp vi sóng, và/hoặc phương pháp bức xạ được thể hiện tại Hình 5. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được chuyển vào máy tái tạo siêu âm, và/hoặc máy tái tạo vi sóng, và/hoặc máy tái tạo bức xạ 14 trong điều kiện sóng siêu âm và/hoặc vi sóng và/hoặc bức xạ để giải phóng lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit dạng khí 7. Khí lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit 7 được chế biến thành sản phẩm phụ của dung dịch lưu huỳnh dioxit và/hoặc trioxit lưu huỳnh có độ tinh khiết cao. Trong khi đó, bột lưu huỳnh và/hoặc bụi 8 có thể được sản xuất hoặc tích lũy, và được tách ra khỏi chất khử lưu huỳnh. Các bột lưu huỳnh tách và/hoặc bụi 8 có thể được tiếp tục chế biến thành các sản phẩm phụ của lưu huỳnh, và cũng có một số dư lượng tro thải ra. Chất khử lưu huỳnh nồng độ cao 5 được tái sinh bởi tái tạo bằng máy tái tạo siêu âm, và/hoặc máy tái tạo vi sóng, và/hoặc máy tái tạo bức xạ 14 và sau đó được chuyển đổi thành chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4. Chất khử lưu huỳnh nồng độ thấp 4 được chuyển trực tiếp đến quá trình khử lưu huỳnh và hấp thụ để tái sử dụng. Ngoài ra, quá trình trên có thể được chuyển sang máy tái tạo nhiệt và/hoặc máy hút chân không, và/hoặc máy tách khí để tái tạo thêm.

Khi dung dịch gốc amin đã được khử có hàm lượng nước tương đối cao và gây ảnh hưởng đến hiệu quả khử lưu huỳnh, việc loại bỏ nước ra khỏi dung dịch khử gốc

amin là cần thiết. Phương pháp loại bỏ nước bằng phương pháp gia nhiệt, hấp thụ nước bởi các chất thấm nước hoặc hỗn hợp các chất đó. Dung dịch khử gốc amin đã loại bỏ nước được đưa ra để tái sử dụng. Các chất hấp thụ nước thường được sử dụng bao gồm CaO, CaSO₄ khan, gel silic và nhựa thấm nước.

Theo khái niệm cụ thể của các phương án nêu trên, một thiết bị hấp thụ thu nhỏ được thể hiện tại Hình 6 và một thiết bị gia nhiệt và thiết bị tách khí thu nhỏ được thể hiện tại Hình 7 đã được thiết kế và lắp đặt tương ứng.

Như được thể hiện tại Hình 6, trong thiết bị hấp thụ thu nhỏ, gồm bình hấp thụ 15 (hoặc bình tái tạo nếu thực hiện việc tái tạo), dung dịch khử gốc amin 16, khí lưu huỳnh dioxit 17, và khí thoát 18.

Như được thể hiện tại Hình 7, trong thiết bị tái tạo gia nhiệt và thiết bị tách khí thu nhỏ, gồm bình hấp thụ 15 (hoặc bình tái tạo nếu thực hiện việc tái tạo), dung dịch khử gốc amin 16 đã được hấp thụ lưu huỳnh dioxit, khí 19 dùng cho việc tách khí (trong thí nghiệm này là N₂), khí tách 20 chứa lưu huỳnh dioxit, dầu silicon hoặc bình dầu 21, và bộ cảm ứng nhiệt 22.

Trong thí nghiệm như được thể hiện tại Hình 6, khoảng 100 ml dung dịch khử gốc amin tinh khiết 16 được đưa vào bình hấp thụ 15. Một lượng nhất định (L, lít) khí 17 gồm lưu huỳnh dioxit được thổi vào bình hấp thụ 15 có chứa dung dịch khử gốc amin 16 tại nhiệt độ phòng và đi qua dung dịch khử gốc amin 16. Lưu huỳnh dioxit trong khí đã được hấp thụ bởi dung dịch khử gốc amin 16. Khí chứa lưu huỳnh dioxit bị loại bỏ đi ra ngoài như khí thoát 18. Khí thoát 18 được đưa ra ngoài. Tại cùng thời điểm, lượng khí lưu huỳnh dioxit ($C^*_{SO_2}$, g/L) trong dung dịch khử gốc amin 16 được đo theo phép chuẩn độ iot. Sau đó, bình hấp thụ chứa dung dịch khử gốc amin với lưu huỳnh dioxit đã bị hấp thụ được đưa đến bộ cảm ứng nhiệt trong bình dầu. Tại thời điểm đó, bình hấp thụ 15 được dùng như bình tái tạo 15. Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin 16 đã được đo và có thể được sử dụng như là dung dịch khử gốc amin 16 với lưu huỳnh dioxit đã hấp thụ được tái sinh. Như được thể hiện tại Hình 7, nhiệt độ của bộ cảm ứng nhiệt 22 được điều chỉnh đến một nhiệt độ ổn định bằng cách làm nóng dầu silicon 21 cho bình dầu. Khi nhiệt độ của hệ thống đã được giữ ở một nhiệt độ mong muốn (t , °C), khí 19 dùng cho việc tách khí (N₂ trong thí nghiệm này) đã được thổi vào bình tái tạo 15. Khí 19 dùng cho việc tách khí (N₂ trong thí nghiệm

này) được tác dụng đủ với dung dịch khử gốc amin 16 chứa lưu huỳnh dioxit. Tại thời điểm này, lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin 16 đã được chuyển hóa thành khí 19 dùng cho việc tách khí (N_2 trong thí nghiệm này). Tại thời điểm này, khí 19 dùng cho việc tách khí (N_2 trong thí nghiệm này) chứa lưu huỳnh dioxit đã được chuyển hóa thành khí tách 20 chứa lưu huỳnh dioxit, được thoát ra ngoài. Sau khi được tái sinh trong một khoảng thời gian (T, phút) bằng phương pháp gia nhiệt hoặc tách khí, bình tái tạo 15 được đưa ra và làm mát bằng nước để trở về nhiệt độ bình thường. Lượng khí lưu huỳnh dioxit (CSO_2 , g/L) trong dung dịch khử gốc amin 16 đã được tái sinh được đo theo phép chuẩn độ iot. Sự hấp thụ và tái tạo dung dịch khử gốc amin 16 được thực hiện lặp đi lặp lại nhiều lần theo các bước trên. Những thay đổi của dung dịch khử gốc amin được quan sát.

Theo các thí nghiệm trên, thí nghiệm cho việc hấp thụ và sự giải hấp các khí chứa SO_2 được lặp đi lặp lại nhiều lần theo hệ thống EG +5% trietanolamin, hệ thống PEG(400) +5% trietanolamin, hệ thống EG +10% EDTA, hệ thống EG +2% muối dinatri EDTA, hệ thống EG +5% muối dinatri EDTA, hệ thống EG +10% muối dinatri EDTA, và hệ thống EG + 2% muối dinatri EDTA + 1% trietanolamin. Thông tin thực nghiệm được liệt kê tương ứng tại bảng 1, bảng 2, bảng 3, bảng 4, bảng 5, bảng 6 và bảng 7.

Bảng 1. Sự hấp thụ và sự giải hấp của SO_2 với EG +5% trietanolamin (150mL)

Chỉ số hấp thụ và tái tạo	Lượng khí được hấp thụ (lượng khí SO_2 trong khí khoảng 1%) L (lit)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi hấp thụ $C^*_{SO_2}$ (g/L)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo C_{SO_2} (g/L)	Nhiệt độ tái tạo t (°C)	Thời gian tái tạo T (phút)	Sự xuất hiện của dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo
---------------------------	---	---	--	----------------------------	-------------------------------	---

1	36	6,9924	3,1993	150	30	Màu sắc của dung dịch thông thường chuyển từ không màu sang màu nâu đỏ.
2	6	4,6176	2,9685	150	30	
3	6,4	4,4527	3,0344	150	30	
4	10	5,6071	2,9025	150	30	
5	6	5,5411	2,0120	150	30	
6	6	3,8260	2,2758	150	30	
7	6	4,4527	2,2428	140	30	
8	6	2,6386	1,9790	140	30	
9	6	2,0779	1,9130	140	30	
10	6	2,5727	1,9790	140	30	
11	6	2,6716	1,9460	140	30	
12	6	2,3418	1,7481	140	30	

Bảng 2. Sự hấp thụ và sự giải hấp của SO₂ với PEG(400) +5% trietanolamin (150mL)

Chỉ số hấp thụ và tái tạo	Lượng khí được hấp thụ (lượng khí SO ₂ trong khí khoảng 1500 ppm) L (lit)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi hấp thụ C* _{SO2} (g/L)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo C _{SO2} (g/L)	Nhiệt độ tái tạo t (°C)	Thời gian tái tạo T (phút)	Sự xuất hiện của dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo
---------------------------------	--	---	---	-------------------------------	----------------------------------	--

1	55	1,6194	0,1747	130	30	Màu sắc của dung dịch thông thường chuyển từ không màu sang màu nâu đỏ.
2	12	0,5398	0,1270	130	30	
3	12	0,5557	0,1588	130	30	
4	12	0,5081	0,1429	130	30	
5	12	0,5239	0,1429	130	30	
6	12	0,4446	0,1040	130	30	
7	12	0,5199	0,2773	130	30	
8	13	0,6066	0,4333	130	30	
9	13	0,8319	0,4853	130	30	
10	12	0,7361	0,3848	130	30	
11	12	0,7361	0,1338	130	30	
12	12	0,5186	0,1004	130	30	

Bảng 3. Sự hấp thụ và sự giải hấp của SO₂ with EG +10% EDTA (150mL)

Chỉ số hấp thụ và tái tạo	Lượng khí được hấp thụ (lượng khí SO ₂ trong khí khoảng 1%) L (lit)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi hấp thụ C* _{SO2} (g/L)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo C _{SO2} (g/L)	Nhiệt độ tái tạo t (°C)	Thời gian tái tạo T (phút)	Sự xuất hiện của dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo
1	4	0,7421	0,0825	130	30	Màu sắc của dung
2	4	0,8410	0,0825	130	30	

3	4	0,7586	0,0330	130	30	dịch thông thường chuyển từ không màu sang màu vàng nhạt.
4	4	0,8410	0,0330	130	30	
5	4	0,8246	0,0330	130	30	
6	4	0,7916	0,0495	130	30	
7	4	0,8576	0,0330	130	30	

Bảng 4. Sự hấp thụ và sự giải hấp của SO₂ với EG +2% EDTA muối dinatri (150mL)

Chỉ số hấp thụ và tái tạo	Lượng khí được hấp thụ (lượng khí SO ₂ trong khí khoảng 1%) L (lit)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi hấp thụ C* _{SO2} (g/L)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo C _{SO2} (g/L)	Nhiệt độ tái tạo t (°C)	Thời gian tái tạo T (phút)	Sự xuất hiện của dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo
1	3	0,8246	0,8246	135	30	Màu sắc của dung dịch thường chuyển từ không màu sang màu vàng nhạt.
2	20	7,0913	0,7615	135	30	
3	10	6,1678	0,6597	135	30	
4	10	6,2667	0,6597	135	30	
5	10	3,3643	0,4947	135	30	
6	10	4,9474	1,6491	135	15	

Bảng 5. Sự hấp thụ và sự giải hấp của SO₂ với EG +5% muối dinatri EDTA (150mL)

Chỉ số hấp thụ và tái tạo	Lượng khí được hấp thụ (lượng khí SO ₂ trong khí khoảng 1%) L (lit)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi hấp thụ C* _{SO2} (g/L)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo C _{SO2} (g/L)	Nhiệt độ tái tạo t (°C)	Thời gian tái tạo T (phút)	Sự xuất hiện của dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo
1	2,8	0,5937	0,5937	/	0	Màu sắc của dung dịch thường thường chuyển từ không màu sang màu vàng nhạt và giữ ở màu vàng nhạt.
2	2,04	0,9895	0,5937	135	30	
3	2,01	1,0884	0,4947	135	30	
4	1,3	0,8576	0,1649	135	30	
5	10	2,8035	0,5937	135	30	
6	10	3,5292	0,4288	135	30	
7	10	3,6611	0,3958	135	30	
8	10	3,5951	0,3958	135	30	
9	10	3,7930	0,3298	135	30	
10	10	3,5951	0,6597	135	30	
11	10	3,8920	0,3958	135	30	
12	10	3,8260	0,2968	135	30	
13	10	3,9579	0,1979	135	30	
14	10	3,7930	0,2968	135	30	

15	10	2,9685	0,8246	135	30	
16	10	3,4632	0,7586	135	30	
17	10	3,9579	0,6597	135	30	
18	10	4,4857	1,0225	135	30	
19	10	4,5187	0,2097	135	60	
20	10	3,3062	0,2903	135	30	
21	10	2,8224	0,7258	135	30	

Bảng 6. Sự hấp thụ và sự giải hấp của SO₂ with EG +10% EDTA muối dinatri (150mL)

Chỉ số hấp thụ và tái tạo	Lượng khí được hấp thụ (lượng khí SO ₂ trong khí khoảng 1%) L (lit)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi hấp thụ C* _{SO2} (g/L)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo C _{SO2} (g/L)	Nhiệt độ tái tạo t (°C)	Thời gian tái tạo T (phút)	Sự xuất hiện của dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo
1	10	2,7046	0,3298	135	30	Màu sắc của dung dịch thường thường chuyển từ không màu sang màu nâu
2	10	3,3972	0,6597	135	30	
3	10	3,5621	0,4947	135	30	
4	10	3,9250	0,4618	135	30	
5	10	3,7930	0,6597	135	30	
6	10	4,7825	0,6597	135	30	

7	10	4,2878	0,4947	135	30	đỏ.
8	10	4,4527	0,4288	135	30	
9	10	4,6836	0,4947	135	30	
10	10	4,4857	0,7741	135	30	
11	10	3,8062	0,6451	135	30	
12	10	4,1126	1,2096	135	30	

Bảng 7. Sự hấp thụ và giải hấp của SO₂ với EG + 2% EDTA muối dinatri + 1% trietanolamin (150mL)

Chỉ số hấp thụ và tái tạo	Lượng khí được hấp thụ (lượng khí SO ₂ trong khí khoảng 1%) L (lit)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi hấp thụ C* _{SO2} (g/L)	Lượng lưu huỳnh dioxit trong dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo C _{SO2} (g/L)	Nhiệt độ tái tạo t(°C)	Thời gian tái tạo T (phút)	Sự xuất hiện của dung dịch khử gốc amin sau khi tái tạo
1	10	4,1888	3,2983	135	30	Màu sắc của dung dịch thường thường chuyển từ không màu sang màu nâu đỏ.
2	10	6,1678	3,9579	135	30	
3	10	6,1018	5,1123	135	30	
4	10	6,7615	4,4527	135	30	
5	10	6,5966	4,4527	135	30	
6	10	7,9159	3,8590	135	30	
7	10	6,7615	4,3550	135	30	
8	14	8,9054	3,7930	135	30	

9	10	7,4211	5,3123	135	30	
10	10	10,8843	3,1334	135	30	
11	10	8,0808	3,6281	135	30	
12	10	6,2093	3,7271	135	30	
13	10	7,7414	2,9030	135	135	

Từ các thông số thực nghiệm trên, có thể thấy rằng các dung dịch khử gốc amin có ảnh hưởng tốt đến sự hấp thụ và tái tạo của SO_2 . Điều này cho thấy rằng các hệ thống này là các dung môi khử lưu huỳnh tốt cho các loại khí thải.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí, bao gồm: tạo ra dung dịch khử bằng cách trộn etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol với hợp chất hữu cơ hydroxyl/cacboxyl, đưa dung dịch khử gốc amin tác dụng với khí chứa SO_x để hấp thụ SO_x trong khí, dung dịch đã hấp thụ SO_x được tái sinh bằng phương pháp gia nhiệt, hoặc kết hợp phương pháp gia nhiệt với một hoặc nhiều phương pháp chân không, phương pháp siêu âm, phương pháp vi sóng và phương pháp bức xạ để giải phóng lưu huỳnh dioxit và/hoặc lưu huỳnh trioxit, và dung dịch đã tái sinh được tái sử dụng, khi dung dịch tái sinh có hàm lượng phần trăm hàm lượng của nước trên 20% và các hiệu ứng khử lưu huỳnh bị ảnh hưởng, thì dung dịch này sẽ loại bỏ nước và được tái sử dụng, trong đó $x=2$ và/hoặc 3; hợp chất hữu cơ hydroxyl/cacboxyl là một hoặc nhiều hợp chất hữu cơ hydroxyl, hợp chất axit hữu cơ cacboxylic, và hợp chất hữu cơ cacboxylat,

trong đó hợp chất hữu cơ hydroxyl được lựa chọn từ một hoặc nhiều monometanolamin, dimetanolamin, trimetanolamin, monoetanolamin, dietanolamin, trietanolamin, N,N-dimetyl etanolamin, N,N-dietyl etanolamin, N,N-diisopropyl etanolamin, N-metyl dietanolamin, monopropanolamin, dipropanolamin, tripropanolamin, isopropanolamin, diisopropanolamin, triisopropanolamin, monobutanolamin, dibutanolamin, tributanolamin, N- hydroxyetyletylenđiamin, N,N'-dihydroxyetyletylenđiamin, N,N-dihydroxyetyl anilin, N-etyl-N-hydroxyetyl anilin, N-metyl-N-hydroxyetyl anilin, o-aminophenol, m-aminophenol, p-aminophenol, 2,4,6-tri(dimetylaminometyl)phenol, 3-dietylaminophenol, 2-amino-5-nitrophenol, aminothiaoximoaxit, rượu N-metylpyrrolidinyl, 2,4-diamino-6-hydroxy pyrimidin, axit xyanuric, 2-(2'-hydroxy-5'-metylphenyl)benzotriazol, axit Gamma, axit J, axit phenyl J, axit Chicago và các muối của các axit này, axit H và các muối của axit này;

hợp chất axit hữu cơ cacboxylic được lựa chọn từ một hoặc nhiều loại amino axit khác nhau, EDTA, axit nitrilotriaxetic, axit xyanoaxetic, axit hippuric, axit o-aminobenzoic, axit o-aminophenylaxetic, axit o-aminophenylpropionic, axit o-aminophenylbutyric, axit o-aminophenylpentoic, axit o-aminophenylhexylic, axit m-aminobenzoic, axit m-aminophenylaxetic, axit m-aminophenylpropionic, axit m-aminophenylbutyric, axit m-aminophenylpentoic, axit m-aminophenylhexylic, axit p-aminobenzoic, axit p-aminophenylaxetic, axit p-aminophenylpropionic, axit p-

aminophenylbutyric, axit p-aminophenylpentoic, axit p-aminophenylhexylic, axit isonicotinic, và axit 2,3-pyrazin dicarboxylic;

hợp chất hữu cơ cacboxylat được lựa chọn từ một hoặc nhiều muối của amino axit, muối của EDTA, muối của axit nitrilotriaxetic, muối của axit xyanoaxetic, muối của axit hippuric, muối của axit o-aminobenzoic, muối của axit m-aminobenzoic, muối của axit p-aminobenzoic, muối của axit o-aminophenylaxetic, muối của axit m-aminophenylaxetic, muối của axit p-aminophenylaxetic, muối của axit o-aminophenylpropionic, muối của axit m-aminophenylpropionic, muối của axit p-aminophenylpropionic, muối của axit o-aminophenylbutyric, muối của axit m-aminophenylbutyric, muối của axit p-aminophenylbutyric, muối của axit o-aminophenylpentoic, muối của axit m-aminophenylpentoic, muối của axit p-aminophenylpentoic, muối của axit o-aminophenylhexylic, muối của axit m-aminophenylhexylic, muối của axit p-aminophenylhexylic, muối của axit isonicotinic, và các muối của axit 2,3-pyrazin dicarboxylic;

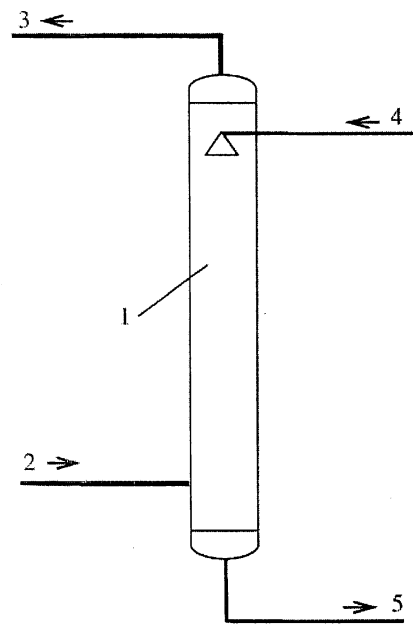
phần trăm lượng hợp chất hữu cơ hydroxyl/cacboxyl nằm trong khoảng từ 0,1% đến 30%.

2. Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ, phần trăm lượng etylen glycol và/hoặc polyetylen glycol trong dung dịch có thể nhiều hơn hoặc bằng 50%, và phần trăm lượng nước nhỏ hơn 20%.

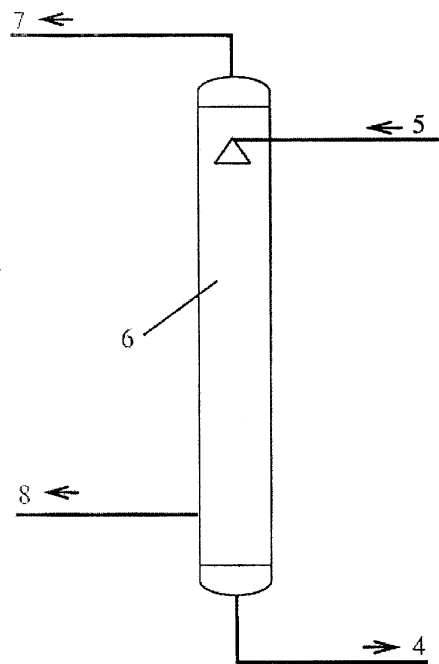
3. Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ, dung dịch chứa một lượng xác định các chất phụ gia amin hữu cơ, amit, các sulfon, sulfoxit, axit hữu cơ, muối của axit hữu cơ, và các hợp chất metalorganic; các chất phụ gia có thể là một hoặc nhiều chất; và phần trăm các chất phụ gia trong dung dịch chiếm khoảng dưới 10%.

4. Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ, dung dịch khử gốc amin hấp thụ SO_x trong khí dưới áp suất bình thường hoặc cao tại nhiệt độ hấp thụ từ -20°C đến 80°C .

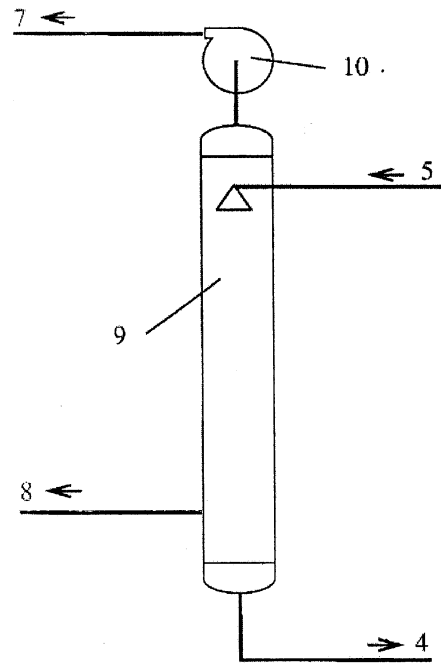
5. Phương pháp loại bỏ SO_x từ khí theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ, phương pháp này loại bỏ SO_x từ khói thải, khói thải có chứa SO_x và/hoặc khí công nghiệp.



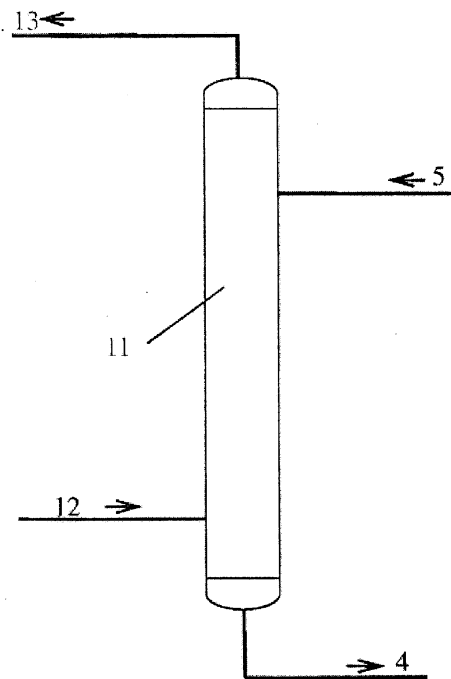
HÌNH 1



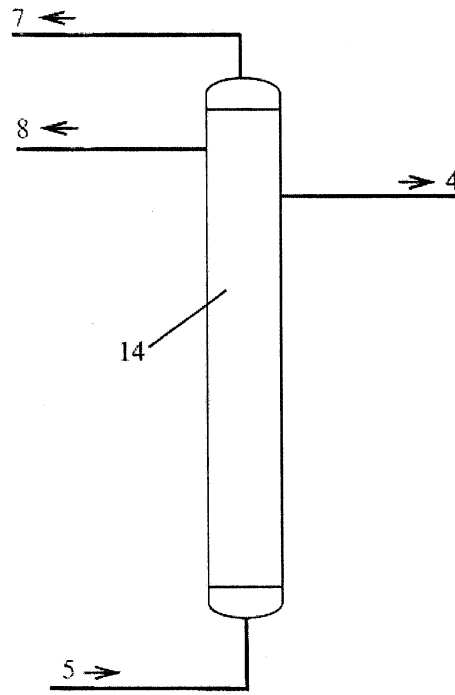
HÌNH 2



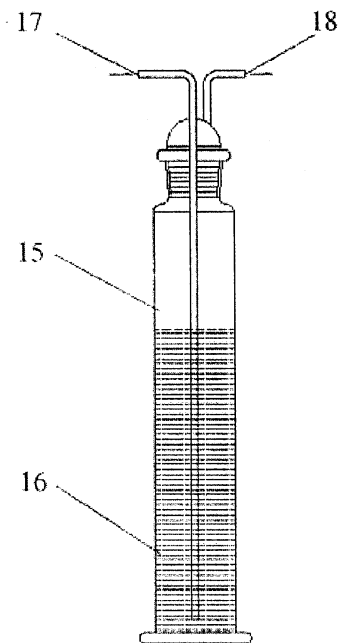
HÌNH 3



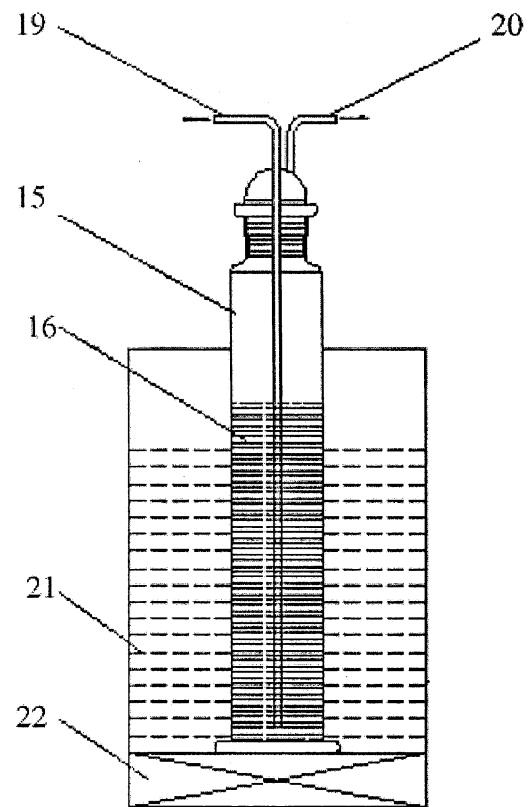
HÌNH 4



HÌNH 5



HÌNH 6



HÌNH 7