



(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) 
1-0019631

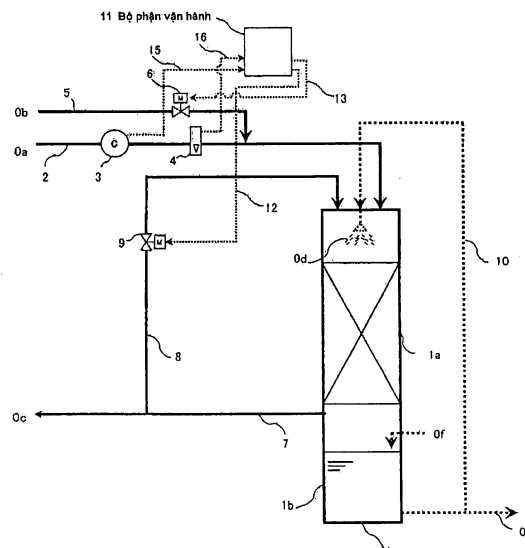
(51)⁷ **C10L 3/10, B01D 53/18, C02F 11/04**

(13) **B**

(21) 1-2015-00338 (22) 24.06.2013
(86) PCT/JP2013/067186 24.06.2013 (87) WO2014/002926 03.01.2014
(30) 2012-147623 29.06.2012 JP
(45) 27.08.2018 365 (43) 27.07.2015 328
(73) **EBARA JITSUGYO CO., LTD. (JP)**
14-1, Ginza 7-chome, Chuo-ku, Tokyo 1048174, Japan
(72) **TANAKA Toshihiro (JP), MINAMI Daisuke (JP), ODAGIRI Tadashi (JP)**
(74) **Công ty TNHH Tâm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)**

(54) **THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC ĐỂ TÁCH LƯU HUỖNH RA KHỎI BIOGAS (KHÍ SINH HỌC)**

(57) Sáng chế đề xuất thiết bị và phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh ra khỏi khí sinh học (biogas) trong đó hydro sulfua có thể được xử lý hiệu quả với lượng tải cao và hydro sulfua có thể được chuyển hóa thành axit sulfuric thông qua quy trình sao cho thiết bị đó có thể được ngăn ngừa không bị tắc nghẽn, mà không cần phải có công đoạn làm sạch, và do vậy quy trình có thể được thực hiện với chi phí thấp. Thiết bị tách lưu huỳnh sinh học bao gồm: đường ống đầu vào biogas 5 cho phép biogas chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 qua phần đầu; đường ống đầu ra của khí quá trình 7 để xả khí quá trình nằm ở phần phía dưới của lớp đệm 1a để đưa vi khuẩn tới phần đầu còn lại của tháp tách lưu huỳnh sinh học; và đường ống khí tuần hoàn 8 để tuần hoàn một phần khí quá trình qua phần đầu của tháp tách lưu huỳnh sinh học nơi có biogas chảy vào, và khác biệt ở chỗ, cho phép bộ phận vận hành 11 tính toán lượng tải hydro sulfua dựa theo các trị số đo của thiết bị đo nồng độ hydro sulfua 3 và đồng hồ đo lưu lượng khí 4 được bố trí dọc theo đường ống đầu vào biogas 2, và cho phép cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn 9 vận hành theo các kết quả tính toán này để điều chỉnh lượng khí tuần hoàn đi qua đường ống khí tuần hoàn 8.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh ra khỏi biogas, cụ thể là công nghệ xử lý hiệu quả biogas được tạo ra trong quá trình lên men metan bằng cách chuyển hóa hydro sulfua trong biogas thành axit sulfuric.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Chất thải hữu cơ và nước thải hữu cơ được xử lý qua quá trình lên men metan tại nơi xử lý nước để tạo ra khí sinh học (biogas) có chứa metan là thành phần chính. Mặc dù nồng độ sẽ khác nhau tùy thuộc vào phương pháp lên men metan, biogas có chứa từ 65% đến 85% metan, từ 15% đến 35% cacbon đioxit và từ 1000 ppm đến 6000 ppm hydro sulfua là các thành phần chính của biogas. Cũng có thể sử dụng metan trong biogas sinh ra làm nhiên liệu cho nồi hơi, và sau đó, hơi nước tạo ra từ nồi hơi có thể được sử dụng hiệu quả trong các thiết bị gia nhiệt. Ngoài ra, biogas sẽ trở thành nhiên liệu cho động cơ dùng khí đốt để có thể tạo ra điện năng.

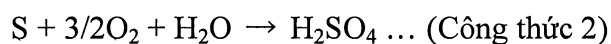
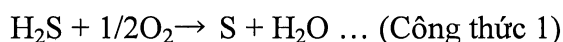
Khi được đốt cháy, hydro sulfua có trong biogas sẽ được oxy hóa thành khí axit sulfuro (SO_2), và khí axit sulfuro được tạo ra sẽ trở thành axit sulfuric khi được hòa tan vào hơi ẩm, mà nó không chỉ gây ra mưa axit khi thoát vào không khí mà còn trở thành axit sulfuric do hơi ẩm ngưng tụ khi khí đốt cháy được làm nguội trong thiết bị, và do vậy, gây ra vấn đề như ăn mòn.

Do đó, vấn đề quan trọng là cần loại bỏ hydro sulfua để sử dụng được biogas.

Các phương pháp loại bỏ hydro sulfua ra khỏi biogas bao gồm phương pháp loại bỏ lưu huỳnh kiểu khô theo đó hydro sulfua được loại bỏ bằng cách sử dụng chất tách lưu huỳnh hóa học dưới dạng hạt có oxit sắt là thành phần chính. Theo phương pháp loại bỏ lưu huỳnh kiểu khô này, hydro sulfua phản ứng hóa học với oxit sắt, và do đó, lượng hydro sulfua bị loại bằng chất tách lưu huỳnh hóa học thường tỷ lệ thuận với lượng oxit sắt có mặt. Khi oxit sắt tham gia vào phản ứng mà qua đó hydro sulfua được loại bỏ bằng chất tách lưu huỳnh hóa học bị hết đi, thì hiệu quả loại bỏ lưu huỳnh bị giảm đi và sẽ cần phải thay thế bằng chất tách mới.

Các phương pháp tách lưu huỳnh khác bao gồm phương pháp sinh học để tách

lưu huỳnh bằng cách sử dụng vi sinh vật như theo sáng chế. Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh này là phương pháp loại bỏ hydro sulfua bằng cách đưa số lượng cực nhỏ không khí hoặc oxy vào biogas sao cho vi sinh vật sinh ra lưu huỳnh (S) hoặc axit sulfuric (H_2SO_4) thông qua các con đường phản ứng được thể hiện trong các công thức 1 và 2 dưới đây. Vi sinh vật này đóng góp vào các công thức 1 và 2 có thể bám vào hoặc nổi lên trên bề mặt của chất độn. Hiện trong tự nhiên có nhiều loại vi khuẩn hiếu khí là các vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh. Để cho vi sinh vật tham gia vào quá trình này thì môi trường cần có nhiệt độ và độ ẩm phù hợp để vi sinh vật phát triển.



Công thức 1 là phản ứng để cho vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh sinh ra nguyên tử lưu huỳnh (S) từ hydro sulfua. Đây là phản ứng chính trong trường hợp khi tỷ lệ phân tử oxy không lớn hơn 1/2 hydro sulfua. Trong trường hợp mà tỷ lệ phân tử oxy vượt 1/2 hydro sulfua, vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh sẽ tiếp tục gây ra phản ứng theo công thức 2 để sinh ra axit sulfuric (H_2SO_4). Theo lý thuyết, để cho toàn bộ hydro sulfua được chuyển hóa thành axit sulfuric (H_2SO_4), thì tỷ lệ phân tử oxy cần phải lớn gấp hai hoặc ba lần hydro sulfua với sự có mặt của vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh.

Tài liệu sáng chế 1 nêu rõ ví dụ về công nghệ sinh học để tách lưu huỳnh.

Theo phương pháp này, một phần hydro sulfua đã được loại bỏ lắng đọng lại dưới dạng lưu huỳnh, mà nó sẽ bám vào chất độn, trong khi phần khác được chuyển hóa thành axit sulfuric khi mức độ xử lý giảm bớt. Công nghệ phục hồi hiệu quả xử lý bằng cách bóc tách lưu huỳnh lắng đọng thông qua sục khí khi tách lưu huỳnh sinh học được bổ sung nước cũng được mô tả.

Trong trường hợp lưu huỳnh đã lắng đọng vào vật mang, thì phản ứng sinh học sẽ bị cản trở bởi sự lắng đọng lưu huỳnh sinh ra, và do đó, sẽ có bất lợi theo đó hiệu quả loại bỏ hydro sulfua ban đầu nhờ vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh sẽ bị chậm lại với tốc độ ngày càng tăng.

Theo công nghệ khác, như được nêu rõ trong tài liệu sáng chế 2, khí quá trình được tuần hoàn từ tháp tách lưu huỳnh, nơi mà lượng tuần hoàn được điều khiển nhờ trị

số áp lực của bồn điều khiển áp lực được lắp đặt trong phần phía dưới của tháp tách lưu huỳnh. Trong trường hợp biogas đã xử lý không được sử dụng trong thiết bị sử dụng khí ở phần phía dưới của bồn điều khiển áp lực, thì khí này được giữ trong bồn điều khiển áp lực và khí trong bồn điều khiển áp lực này sẽ được sử dụng làm khí quá trình cho tháp tách lưu huỳnh.

Trong trường hợp mà ở đó có biogas có chứa hydro sulfua nồng độ cao chảy vào hệ thống này, không có biogas được tuần hoàn khi biogas đã xử lý được sử dụng trong thiết bị sử dụng khí ở phần phía dưới của bồn điều khiển áp lực. Lúc này biogas được xử lý trong trạng thái mà lượng tải của hydro sulfua là cao, và do đó, sẽ có bất lợi mà chắc chắn sẽ làm giảm hiệu quả tách lưu huỳnh do có việc lắng đọng lưu huỳnh.

Ngoài ra, việc cấp khí có chứa oxy được điều khiển theo lượng khí quá trình chảy ra khỏi tháp tách lưu huỳnh, và do đó, được điều khiển bằng thiết bị đo nồng độ oxy được lắp đặt trong đường thoát ra của khí quá trình trong phần phía dưới của tháp tách lưu huỳnh.

Trong trường hợp lượng khí chứa oxy được cấp được kiểm soát trong hệ thống này, thì oxy không được tiêu thụ khi lưu huỳnh bị lắng đọng, điều này làm tăng nồng độ oxy trong khí quá trình, và theo đó hệ thống này được điều khiển để giảm lượng cấp khí có chứa oxy. Kết quả là, oxy ban đầu cần thiết cho sự chuyển hóa thành axit sulfuric sẽ được tiêu thụ hết, điều này sẽ thúc đẩy nhanh quá trình lắng đọng lưu huỳnh, và do đó sẽ gây ra bất lợi là hiệu quả xử lý tiếp tục bị giảm.

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2003-305328

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2006-143780

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được tạo ra để giải quyết các vấn đề nêu trên đây và mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh ra khỏi biogas trong đó hydro sulfua được xử lý hiệu quả với lượng tải cao và hydro sulfua đã xử lý được chuyển hóa thành axit sulfuric sao cho không có sự tắc nghẽn bên trong thiết bị và không cần công đoạn làm sạch, nhờ đó quy trình này có thể thực hiện được với chi phí

thấp.

Để đạt được mục đích này, sáng chế đề xuất thiết bị tách lưu huỳnh sinh học và phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh có các đặc điểm công nghệ sau đây.

(1) Thiết bị tách lưu huỳnh sinh học để loại bỏ hydro sulfua theo phương pháp sinh học ra khỏi khí sinh học (biogas) sinh ra trong quá trình lên men metan của chất thải hữu cơ bằng cách phun chất lỏng tuần hoàn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học, khác biệt ở chỗ:

đường ống đầu vào biogas được bố trí sao cho biogas đi vào tháp tách lưu huỳnh sinh học qua phần đầu của tháp này,

lớp đệm được tạo ra từ vật liệu đệm mà vi khuẩn bám vào được bố trí bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học,

đường ống đi ra của khí quá trình được bố trí để xả khí quá trình ở phần phía dưới của lớp đệm, mà là ở phần đầu còn lại của tháp tách lưu huỳnh sinh học,

đường ống khí tuần hoàn để tuần hoàn một phần khí quá trình được bố trí ở phần đầu mà qua đó biogas chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học,

thiết bị đo nồng độ hydro sulfua và đồng hồ đo lưu lượng khí được bố trí dọc theo đường ống đầu vào biogas,

cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn được bố trí dọc theo đường ống khí tuần hoàn,

bộ phận vận hành để tính toán lượng tải hydro sulfua từ trị số nồng độ hydro sulfua của biogas được xác định bởi thiết bị đo nồng độ hydro sulfua và trị số lưu lượng dòng khí được xác định bởi đồng hồ đo lưu lượng khí được bố trí, và

cơ cấu truyền tín hiệu cho khí tuần hoàn được bố trí để vận hành cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn được mô tả trên đây phụ thuộc vào kết quả tính toán lượng tải hydro sulfua nhờ bộ phận vận hành.

(2) Thiết bị tách lưu huỳnh sinh học theo điểm (1) trên đây, khác biệt ở chỗ:

đường ống đầu vào của khí có chứa oxy được bố trí để cho phép khí có chứa oxy chảy qua đường ống đầu vào biogas và/hoặc vào tháp tách lưu huỳnh sinh học,

cơ cấu điều chỉnh việc cấp lượng khí có chứa oxy được bố trí dọc theo đường ống đầu vào của khí có chứa oxy, và

cơ cấu truyền tín hiệu đối với khí có chứa oxy được bố trí để vận hành cơ cấu điều chỉnh việc cấp được mô tả trên đây đối với lượng khí có chứa oxy tùy thuộc vào kết quả tính toán lượng tải hydro sulfua bởi bộ phận vận hành.

(3) Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh bằng cách phun chất lỏng tuần hoàn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học để tách hydro sulfua bằng phương pháp sinh học ra khỏi biogas được sinh ra từ quá trình lên men metan chất thải hữu cơ, khác biệt ở chỗ:

lớp chất độn được tạo ra từ vật liệu độn mà vi khuẩn bám dính vào đó được bố trí bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học, và

phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh này được bố trí các bước:

bước nạp dòng biogas đầu vào cho phép biogas chảy vào lớp chất độn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học từ phía trên;

bước xả khí quá trình để xả khí quá trình đến điểm ở phía dưới của lớp chất độn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học; và

bước tuần hoàn khí để tuần hoàn một phần khí quá trình qua điểm ở phía trên lớp chất độn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học; và

lượng tải hydro sulfua được tính toán dựa theo nồng độ hydro sulfua và lưu lượng biogas được phép chảy vào bước nạp dòng biogas đầu vào, và lượng khí tuần hoàn trong bước tuần hoàn khí sẽ được điều chỉnh theo các kết quả tính toán.

(4) Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh theo điểm (3) trên đây còn bao gồm:

bước nạp dòng khí đầu vào chứa oxy cho phép khí có chứa oxy chảy vào lớp độn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học từ phía dòng trên, và khác biệt ở chỗ:

lượng cấp của khí có chứa oxy trong bước nạp dòng khí đầu vào chứa oxy được điều chỉnh theo các kết quả tính toán về lượng tải hydro sulfua.

(5) Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh theo điểm (3) hoặc điểm (4) trên đây, khác biệt ở chỗ, nồng độ hydro sulfua là từ 50 ppm đến 1000 ppm trong khí tại điểm ở phía dòng trên của lớp độn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học.

(6) Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh theo điểm (5) trên đây, khác biệt ở chỗ, nồng độ hydro sulfua là từ 150 ppm đến 500 ppm trong khí được mô tả trên đây.

Khi biogas được xử lý bằng cách sử dụng thiết bị và phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh theo sáng chế, hydro sulfua được loại bỏ sẽ được chuyển hóa thành axit sulfuric, theo đó có thể giải quyết được vấn đề tắc nghẽn do sự lắng đọng lưu huỳnh, và do đó, quy trình sinh học để tách lưu huỳnh có thể được duy trì với hiệu quả cao.

Ngoài ra, lượng tải hydro sulfua có thể được tính toán dựa theo nồng độ hydro sulfua và lưu lượng biogas theo đó lượng khí tuần hoàn và lượng cấp khí có chứa oxy có thể được điều chỉnh trên cơ sở lượng tải hydro sulfua, và do vậy, khẳng định được là việc xử lý là có thể được với tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric đạt 100% đối với lượng tải hydro sulfua lên đến 4,0 kg/(m³ · ngày).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là giản đồ thể hiện thiết bị tách lưu huỳnh sinh học theo sáng chế được sử dụng trong thử nghiệm đánh giá;

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn và tỷ lệ của hydro sulfua đã được loại bỏ;

Fig.3 là giản đồ thể hiện ví dụ về thiết bị tách lưu huỳnh sinh học theo sáng chế;

Fig.4 là lưu đồ thể hiện quá trình điều khiển của cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn; và

Fig.5 là lưu đồ thể hiện quá trình điều khiển của cơ cấu điều chỉnh lượng cấp khí có chứa oxy;

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo các phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh thông thường, lượng tải hydro sulfua mà được tính toán dưới dạng tích số của nồng độ hydro sulfua và lưu lượng khí không được sử dụng không giống với nguyên lý của sáng chế. Do đó, một lượng không đổi khí có chứa oxy được cấp trong quá trình tải thấp, mà nó sẽ làm tăng mức thành phần khí có chứa oxy trong biogas. Kết quả là, nồng độ metan trong biogas giảm đi và trị số của biogas dưới dạng nhiên liệu sẽ giảm đi. Trong trường hợp ở đó nồng độ hydro sulfua cao, phản ứng oxy hóa bằng vi khuẩn oxy hóa lưu huỳnh sẽ bị cản trở bởi lưu huỳnh bị lắng đọng bởi vì các điều kiện vận hành không ngăn ngừa được việc lắng đọng lưu huỳnh, và hydro sulfua trong biogas đã chảy vào tháp phản ứng không bị chuyển hóa hết thành axit sulfuric do thiếu lượng vi khuẩn oxy hóa thậm chí ngay cả trong

trường hợp ở đó có đủ lượng khí có chứa oxy, mà nó sẽ tạo ra việc lắng đọng lưu huỳnh. Khi khoảng 30% vật mang trong tháp tách lưu huỳnh sinh học được bao phủ bởi lưu huỳnh, thì hydro sulfua sẽ bị xả mà chưa được xử lý, đó là quá trình không hiệu quả.

Lưu huỳnh bị lắng đọng có tính không ưa nước, và do đó, khi lắng đọng lên trên chất đệm, lưu huỳnh sẽ bao phủ bề mặt có vi khuẩn mà nó bám vào bề mặt chất đệm, sẽ làm giảm bớt hoạt động của vi khuẩn. Lưu huỳnh tiếp tục lắng đọng sâu hơn vào chất đệm và cuối cùng làm tắc nghẽn chất đệm trong tháp tách lưu huỳnh sinh học. Rất khó để loại bỏ lưu huỳnh ra khỏi chất đệm sau khi lưu huỳnh đã lắng đọng một lần. Không thể phục hồi được hiệu quả xử lý ban đầu khi quy trình loại bỏ được thực hiện dù bằng bất kỳ phương tiện nào, và do đó, điều quan trọng là đưa ra được quy trình sinh học để tách được lưu huỳnh trong khi vẫn ngăn ngừa được việc lắng đọng lưu huỳnh để duy trì hiệu quả xử lý.

Các tác giả sáng chế đã lắp đặt thiết bị trong trạm biogas và kiểm tra điều kiện để duy trì hiệu quả xử lý về tách lưu huỳnh sinh học trong khi vẫn ngăn ngừa được việc lắng đọng lưu huỳnh.

Trong bản mô tả này, tên các loại khí mô tả dưới đây được định nghĩa như sau:

- “biogas” là khí được sinh ra từ quá trình lên men metan, trong đó không chứa oxy,
- “khí có chứa oxy” là khí mà nó chứa oxy,
- “khí làm loãng” là khí không chứa oxy, và là khí được sử dụng để điều chỉnh nồng độ hydro sulfua khi được trộn với biogas,
- “khí tuần hoàn” là một phần của khí quá trình mà nó chảy lại vào tháp tách lưu huỳnh sinh học một lần nữa nhờ cơ cấu điều chỉnh việc cấp lượng khí tuần hoàn,
- “khí đã tiếp xúc với chất đệm” là biogas, là khí hỗn hợp của khí làm loãng và khí có chứa oxy, hoặc khí hỗn hợp của biogas, khí tuần hoàn và khí có chứa oxy, khí này đã chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học để tiếp xúc với chất đệm, và
- “khí quá trình” là khí đã được xả từ tháp tách lưu huỳnh sinh học.

Thử nghiệm đánh giá theo sáng chế được tiến hành theo phương pháp sau. Fig. 1 thể hiện thiết bị tách lưu huỳnh sinh học được sử dụng trong thử nghiệm đánh giá.

Đường ống khí làm loãng 14 được bố trí trong thiết bị tách lưu huỳnh trên Fig. 1

để làm loãng nồng độ hydro sulfua trong biogas bằng khí làm loãng.

Tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 được độn bằng chất độn, và biogas Oa mà đã chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 bay theo hướng xuống phía dưới từ đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1, tháp này xả khí quá trình Oc từ đáy.

Khí làm loãng Og đi qua đường ống đầu vào của khí làm loãng 14 để được cấp tới đường ống đầu vào biogas 2 ở phần phía dưới của đồng hồ đo lưu lượng khí 4.

Khí có chứa oxy Ob đi qua đường ống đầu vào của khí có chứa oxy 5 để được cấp tới đường ống đầu vào biogas 2 ở phần phía dưới của đồng hồ đo lưu lượng khí 4.

Chất lỏng tuần hoàn được nạp vào phần trên của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 từ bồn chứa chất lỏng tuần hoàn 1b ở phần dưới của tháp tách lưu huỳnh sinh học để được phun lên trên chất độn.

Khí có chứa oxy được cấp với lượng là 60 L/ngày sao cho có thể duy trì được quá trình chuyển hóa hydro sulfua đã loại bỏ thành axit sulfuric và tính hoạt động của vi khuẩn .

Lượng chất lỏng được phun đủ để chất độn có được môi trường độ ẩm cao sao cho vi khuẩn bám vào chất độn có thể hoạt động tích cực trong quá trình, và do vậy, là 200 L/ngày.

Trung tự, nhiệt độ quy trình được đặt ở mức 35°C để tạo ra môi trường cho vi khuẩn có liên quan đến phản ứng mà trong đó vi khuẩn hoạt động tích cực.

Các lần vận hành riêng biệt đã được thực hiện đối với các nồng độ khác nhau của khí đã tiếp xúc với chất độn như thể hiện trong bảng 1, và thử nghiệm đánh giá được tiến hành trong ba lần song song bằng cách sử dụng ba thiết bị tách lưu huỳnh sinh học như trên Fig.1. Khoảng thời gian đánh giá thử nghiệm là 30 ngày.

Nồng độ hydro sulfua trong biogas được đo bởi thiết bị đo nồng độ hydro sulfua 3, được lắp dọc theo đường ống đầu vào biogas 2.

Đối với những khí mà không thể đo được bằng thiết bị đo nồng độ hydro sulfua, thì khí đã tiếp xúc với chất độn được lấy mẫu trong túi giấy bằng cách sử dụng máy bơm dọc theo đường ống đầu vào biogas 2 giữa đồng hồ đo lưu lượng biogas 4 và đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1. Khí quá trình Oc được lấy mẫu trong túi giấy

bằng cách sử dụng máy bơm hút dọc theo đường ống đầu ra của khí quá trình 7.

Nồng độ hydro sulfua trong khí được lấy mẫu trong túi giấy được đo bằng cách sử dụng ống dò đối với hydro sulfua (ống dò được chế tạo bởi hãng Gastech; 4H). Đã khẳng định được là thiết bị đo nồng độ hydro sulfua 3 và ống dò đối với hydro sulfua chỉ ra rằng các trị số nồng độ là giống nhau đối với cùng loại khí.

Hiệu quả xử lý được đánh giá bằng cách tính toán lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn dựa theo tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ. Đã xác định được là quy trình này đạt yêu cầu khi tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ đạt 90% hoặc lớn hơn đối với $2,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$ lượng tải hydro sulfua được thiết đặt ($1,8 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$ hoặc lớn hơn lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn).

Phương pháp tính toán tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ được thể hiện trong công thức 3 dưới đây, phương pháp tính toán lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn được thể hiện trong công thức 4 dưới đây.

Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ [%] = (nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn – nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình) [ppm] / nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn [ppm] $\times 100$... (Công thức 3)

Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn [$\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$] = lượng tải hydro sulfua được thiết đặt [$\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$] $\times$ tỷ lệ loại bỏ [%] / 100 ... (Công thức 4)

Để thấy được lượng chuyển hóa thành axit sulfuric, nồng độ axit sulfuric trong chất lỏng tuần hoàn cũng đã được kiểm tra.

Chất lỏng tuần hoàn được lấy mẫu từ bồn chứa chất lỏng tuần hoàn ở phần dưới của tháp tách lưu huỳnh sinh học qua van thoát với tần suất một lần một ngày.

Lượng chất lỏng tuần hoàn được lấy mẫu là 100 mL, là lượng không làm thay đổi đáng kể lượng tuần hoàn và do vậy không ảnh hưởng đến các điều kiện thử nghiệm. Đối với việc đo axit sulfuric, nồng độ các ion axit sulfuric được đo theo phương pháp sắc ký ion.

Nước xả được xả ra khỏi chất lỏng tuần hoàn hàng ngày, và lượng nước tái nạp bằng lượng nước xả được cấp theo đó lượng chất lỏng tuần hoàn được duy trì ở mức

không thay đổi

Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric được tính toán dựa theo lượng chuyển hóa thành axit sulfuric trong một ngày và lượng hydro sulfua được loại bỏ trong một ngày. Dưới đây, công thức 5 thể hiện cách thức tính toán lượng chuyển hóa thành axit sulfuric trong một ngày, công thức 6 thể hiện cách thức tính toán lượng hydro sulfua được loại bỏ trong một ngày, và công thức 7 thể hiện cách thức tính toán tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric.

Lượng chuyển hóa thành axit sulfuric $[\text{kg} - \text{H}_2\text{SO}_4/\text{ngày}] = (\text{nồng độ axit sulfuric trong ngày} - \text{nồng độ axit sulfuric trong ngày trước đó}) [\text{kg} - \text{H}_2\text{SO}_4/(\text{L} \cdot \text{ngày})] \times \text{lượng chất lỏng tuần hoàn [L]} \dots$ (Công thức 5)

Lượng hydro sulfua được loại bỏ $[\text{kg} - \text{H}_2\text{S}/\text{ngày}] = \text{lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn} [\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})] \times \text{thể tích chất độn} [\text{m}^3] \dots$ (Công thức 6)

Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric $[\%] = (\text{lượng chuyển hóa thành axit sulfuric} \times (32/96) [\text{kg} - \text{S}/\text{ngày}]) / (\text{lượng hydro sulfua được loại bỏ} [\text{kg} - \text{H}_2\text{S}/\text{ngày}] \times (32/34) [\text{kg} - \text{S}/\text{kg} - \text{H}_2\text{S}]) \times 100 \dots$ (Công thức 7)

Lượng oxy cần thiết cho hệ thống sinh học để tách lưu huỳnh được mô tả dưới đây.

Lượng oxy được tiêu thụ trong hệ thống sinh học để tách lưu huỳnh bao gồm lượng oxy cần thiết cho việc chuyển hóa thành axit sulfuric nhờ vi khuẩn (O_O) và lượng oxy cần thiết cho hô hấp của vi khuẩn (O_R). Lượng cấp khí có chứa oxy được cấp cho tháp tách lưu huỳnh sinh học theo sáng chế $[\text{kg} - \text{O}_2/\text{ngày}]$ là $\text{O}_\text{O} + \text{O}_\text{R}$.

Lượng oxy cần thiết cho việc chuyển hóa thành axit sulfuric (O_O) có thể được trình bày theo công thức 8 dưới đây.

$\text{O}_\text{O} [\text{kg} - \text{O}_2/\text{ngày}] = \text{lượng hydro sulfua được loại bỏ} [\text{kg} - \text{H}_2\text{S}/\text{ngày}] \times 32/34 [\text{kg} - \text{O}_2/\text{kg}/\text{H}_2\text{S}] \times 2 \dots$ (Công thức 8)

Lượng O_O khi hydro sulfua được oxy hóa thành axit sulfuric với lượng tải hydro sulfua $2 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$ bằng cách sử dụng 1 m^3 chất độn là $3,8 [\text{kg} - \text{O}_2/\text{ngày}]$ như được tính toán từ công thức 8.

Oxy cần thiết để tách lưu huỳnh sinh học được cấp dưới dạng khí.

Trong trường hợp ở đó khí oxy tinh khiết được cấp là khí có chứa oxy ở nhiệt độ 25°C, lượng khí oxy tinh khiết có thể được trình bày theo công thức 9 dưới đây.

Lượng khí oxy tinh khiết $[m^3 - O_2/ngày] = O_O [kg - O_2/ngày]/32 \times 22,4 \times (273 + 25)/273/1000 \dots$ (Công thức 9)

Trong trường hợp ở đó không khí (chứa oxy 21 % thể tích ở nhiệt độ 25°C) được sử dụng làm khí có chứa oxy, lượng không khí bao gồm O_O có thể được trình bày theo công thức 10 dưới đây.

Lượng không khí $[m^3 - \text{không khí/ngày}] = \text{lượng khí oxy tinh khiết } [m^3 - O_2/ngày] \times (100/21) \dots$ (Công thức 10)

Đã phát hiện thông qua thử nghiệm là lượng vi khuẩn bám vào 1 m³ chất độn là 1 kg – SS/m³ và tốc độ hô hấp nằm trong khoảng từ 5 mg – O₂/(g – SS · giờ) đến 10 mg – O₂/(g – SS · giờ)

Lượng vi khuẩn bám vào 1 m³ chất độn là 1 kg – SS, và O_R nằm trong khoảng từ 0,12 kg – O₂/ngày đến 0,24 kg – O₂/ngày.

Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện thông qua các thử nghiệm rằng tốt hơn nếu lượng cấp khí có chứa oxy lớn gấp từ 1,5 đến 3 lần O_O để không ngăn cản hoạt động của vi khuẩn, mặc dù O_R nhỏ hơn đáng kể so với O_O .

Trong trường hợp ở đó lượng oxy được cấp nhỏ hơn lượng mà nó lớn gấp 1,5 lần O_O , thì việc chuyển hóa thành axit sulfuric nhờ vi khuẩn sẽ bị chậm lại. Khi lượng oxy được cấp lớn gấp 3 lần O_O hoặc nhiều hơn, thì khí quá trình có chứa lượng lớn khí có chứa oxy không tham gia phản ứng và nồng độ metan trong khí quá trình sẽ bị giảm đi, điều này sẽ giảm bớt trị số nhiên liệu.

Bảng thể hiện các điều kiện xử lý trong thử nghiệm đánh giá.

Nồng độ hydro sulfua trong biogas là 6000 ppm, lưu lượng biogas là 1 m³/ngày và lượng tải được thiết đặt của hydro sulfua là 2 kg/(m³ · ngày).

Lượng cấp khí có chứa oxy lớn gấp 1,5 lần O_O .

Trong lần vận hành K-1-1, chỉ có biogas được xử lý và không sử dụng khí làm loãng. Thời gian tiếp xúc là 340 giây.

Trong các lần vận hành từ K-1-2 đến K-1-11, lượng khí làm loãng nằm trong

khoảng từ 1 m³/ngày đến 59 m³/ngày được cấp và nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 100 ppm đến 6000 ppm.

Trong lần vận hành K-1-2, thời gian tiếp xúc là 170 giây khi lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn là 2 m³/ngày. Trong lần vận hành K-1-11, thời gian tiếp xúc là 6 giây khi lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn là 60 m³/ngày.

Bảng 1

Điều kiện xử lý khí trong thử nghiệm đánh giá

Nồng độ hydro sulfua trong biogas: 600 ppm

Lưu lượng biogas: 1m³/ngày

Lượng tải được thiết đặt của hydro sulfua: 2,0 kg/(m³ · Ngày)

Lần vận hành	Lưu lượng khí làm loãng	Lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn	Nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn	Thời gian tiếp xúc	LV
	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[m/giây]
K-1-1	0	1	6000	340	0,006
K-1-2	1	2	3000	170	0,01
K-1-3	3	4	1500	85	0,02
K-1-4	7	8	750	42	0,05
K-1-5	9	10	600	34	0,06
K-1-6	11	12	500	28	0,07
K-1-7	19	20	300	17	0,12
K-1-8	29	30	200	11	0,18
K-1-9	39	40	150	8	0,24
K-1-10	49	50	120	7	0,29
K-1-11	59	60	100	6	0,35

Bảng 2 thể hiện các kết quả của thử nghiệm tác dụng của nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn lên quá trình tách lưu huỳnh sinh học. Các giá trị của thử nghiệm tác dụng trong bảng là các giá trị đánh giá của ngày thứ 30.

Trong lần vận hành K-1-1, nồng độ hydro sulfua dò được trong khí quá trình là 5850 ppm vào ngày thứ 30 từ khi bắt đầu đánh giá. Lúc này, tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 3% và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là 0,05 kg/(m³ · ngày). Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 30% và có lưu huỳnh bị lắng đọng.

Trong các lần vận hành từ K-1-2 đến K-1-9, tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ tăng lên khi lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn tăng.

Trong các lần vận hành từ K-1-6 đến K-1-9, nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn nằm trong khoảng từ 150 ppm to 500 ppm trong quá trình xử lý, tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 90% hoặc lớn hơn và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $1,8 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Trong các lần vận hành từ K-1-10 đến K-1-11, tỷ lệ loại bỏ hydro sulfua giảm đi khi lưu lượng khí làm loãng tăng. Tỷ lệ loại bỏ là 75% hoặc ít hơn và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $1,5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Tuy nhiên, tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric vẫn được duy trì ở mức 100%.

Bảng 2

Kết quả thử nghiệm tác động của nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn lên quá trình tách lưu huỳnh sinh học

Nồng độ hydro sulfua trong biogas: 6000ppm

Lượng tải hydro sulfua được thiết đặt: $2,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$

Lần vận hành	Lưu lượng biogas	Lưu lượng khí làm loãng	Lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn	Nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn	Thời gian tiếp xúc	Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình	Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ	Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn	Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric
	$[\text{m}^3/\text{ngày}]$	$[\text{m}^3/\text{ngày}]$	$[\text{m}^3/\text{ngày}]$	$[\text{ppm}]$	$[\text{giây}]$	$[\text{ppm}]$	$[\%]$	$[\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})]$	$[\%]$
K-1-1	1	-	1	6000	340	5850	3	0,05	30
K-1-2	1	1	2	3000	170	5100	15	0,30	100
K-1-3	1	3	4	1500	85	4500	25	0,50	100
K-1-4	1	7	8	750	42	3000	50	1,00	100
K-1-5	1	9	10	600	34	1800	70	1,40	100
K-1-6	1	11	12	500	28	600	90	1,80	100
K-1-7	1	19	20	300	17	0	100	2,00	100
K-1-8	1	29	30	200	11	0	100	2,00	100
K-1-9	1	39	40	150	8	600	90	1,80	100
K-1-10	1	49	50	120	6	1500	75	1,50	100
K-1-11	1	59	60	100	5	2100	65	1,30	100

Fig.2 thể hiện mối tương quan giữa nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn và tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ trong bảng 2.

Khi nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn thấp hơn mức 120 ppm, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 75% hoặc ít hơn.

Trong trường hợp ở đó việc xử lý được tiến hành với nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn nằm trong khoảng từ 150 ppm đến 500 ppm, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 90% hoặc lớn hơn.

Khi nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn là 600 ppm hoặc lớn hơn, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ giảm đi khi nồng độ hydro sulfua tăng.

Như được thể hiện trong bảng 2, trong lần vận hành K-1-1, nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn là 6000 ppm, và lúc này, lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $0,05 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$.

Trong lần vận hành K-1-7 và K-1-8, nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn lần lượt là 300 ppm và 200 ppm, và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $2,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$.

Thời gian tiếp xúc giữa khí và chất độn ngắn hơn khi lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn tăng lên.

Trong lần vận hành từ K-1-1 đến K-1-8, lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn tăng lên khi thời gian tiếp xúc ngắn đi. Trong lần vận hành K-1-8, thời gian tiếp xúc là 11 giây và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $2,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$.

Tuy nhiên, trong lần vận hành K-1-9, thời gian tiếp xúc là 8 giây và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $1,8 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$.

Ngoài ra, trong lần vận hành K-1-10, lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn giảm xuống $1,5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$ khi thời gian tiếp xúc là 6 giây.

Do vậy, lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn tăng lên khi thời gian tiếp xúc ngắn đi. Tuy nhiên, lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn giảm đi khi thời gian tiếp xúc ngắn hơn nữa.

Điều đó là do thực tế là vi khuẩn bám vào chất độn không thể xử lý toàn bộ hydro sulfua và hydro sulfua chưa xử lý đã được cho chảy ra khỏi hệ thống khi lượng khí đã tiếp xúc với chất độn tăng lên và thời gian tiếp xúc ngắn đi.

Dưới đây, các phương án của sáng chế được mô tả có xét đến các kết quả thử nghiệm đánh giá. Fig.3 thể hiện ví dụ về thiết bị tách lưu huỳnh sinh học theo sáng chế.

Sáng chế đề xuất thiết bị tách lưu huỳnh sinh học để loại bỏ hydro sulfua theo phương pháp sinh học ra khỏi biogas được sinh ra từ quá trình lên men metan của chất thải hữu cơ bằng cách phun chất lỏng tuần hoàn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học

1, thiết bị này khác biệt ở chỗ: đường ống đầu vào biogas 2 được bố trí sao cho biogas chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học qua phần đầu của tháp, lớp đệm 1a được tạo ra từ vật liệu đệm mà vi khuẩn bám dính vào đó được bố trí bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học, đường ống đầu ra của khí quá trình 7 được bố trí để xả được khí quá trình ở phần phía dưới của lớp đệm, mà nó ở phần đầu còn lại của tháp tách lưu huỳnh sinh học, đường ống khí tuần hoàn 8 để tuần hoàn một phần khí quá trình được bố trí ở phần đầu mà qua đó biogas chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học, thiết bị đo nồng độ hydro sulfua 3 và đồng hồ đo lưu lượng khí 4 được bố trí dọc theo đường ống đầu vào biogas 2, cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn 9 được bố trí dọc theo đường ống khí tuần hoàn, bộ phận vận hành 11 để tuần hoàn lượng tải hydro sulfua dựa theo trị số nồng độ hydro sulfua của biogas được xác định bởi thiết bị đo nồng độ hydro sulfua và trị số lưu lượng dòng khí được xác định bởi đồng hồ đo lưu lượng khí được bố trí, và cơ cấu truyền tín hiệu 12 cho khí tuần hoàn được bố trí để vận hành cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn được mô tả trên đây phụ thuộc vào các kết quả tính toán của lượng tải hydro sulfua bởi bộ phận vận hành.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành thực nghiệm tiếp tục với khoảng thời gian lâu hơn bằng cách sử dụng thiết bị tách lưu huỳnh sinh học này theo sáng chế, và đã tìm ra phương pháp theo đó có thể thực hiện quá trình hiệu quả và ổn định thậm chí ngay cả khi trong điều kiện có nồng độ hydro sulfua khi có biogas thay đổi bất thường và lưu lượng biogas thay đổi bất thường.

Fig.3 thể hiện ví dụ về thiết bị tách lưu huỳnh sinh học để loại bỏ hydro sulfua theo phương pháp sinh học ra khỏi biogas sinh ra từ chất thải hữu cơ thông qua quá trình lên men metan, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở phương án này.

Đường ống đầu vào biogas 2 cho phép biogas Oa chảy vào được nối trực tiếp với đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1, và thiết bị đo nồng độ hydro sulfua 3 và đồng hồ đo lưu lượng khí 4 được bố trí dọc theo đường ống đầu vào biogas 2.

Trị số nồng độ hydro sulfua được đưa đến bộ phận vận hành qua đường nhập tín hiệu nồng độ hydro sulfua 15, và trị số lưu lượng dòng khí được đưa vào bộ phận vận hành qua đường nhập tín hiệu của lưu lượng khí 16.

Đường ống đầu vào của khí có chứa oxy 5 được nối trực tiếp vào đường ống đầu

vào biogas 2, và lượng cấp khí có chứa oxy Ob được điều chỉnh nhờ cơ cấu điều chỉnh việc cấp khí có chứa oxy 6.

Chất độn mà vi khuẩn bám dính vào đó được làm bằng polyetylen có dạng hình trụ có đường kính 15 mm và chiều cao 15 mm với diện tích bề mặt riêng $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Lớp độn 1a trong tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 được độn bằng chất độn này.

Đường ống đầu ra của khí quá trình 7 được nối trực tiếp vào phần dưới của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 sao cho khí quá trình Oc có thể được xả ra ngoài khỏi hệ thống.

Đường ống khí tuần hoàn 8 được phân nhánh từ đường ống đầu ra của khí quá trình 7 và được nối trực tiếp vào đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 sao cho một phần khí quá trình Oc có thể được tuần hoàn.

Lượng khí tuần hoàn được điều chỉnh nhờ cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn 9.

Chất lỏng tuần hoàn Od từ bồn chứa chất lỏng tuần hoàn 1b được phun từ đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1. Để điều chỉnh nồng độ axit sulfuric trong chất lỏng tuần hoàn Od từ bồn chứa chất lỏng tuần hoàn 1b, một phần chất lỏng tuần hoàn được xả ngắt quãng dưới dạng nước xả Oe, và nước tái nạp Of được cấp theo đó duy trì lượng nước trong bồn chứa chất lỏng tuần hoàn 1a ở mức không đổi.

Mặc dù đường ống đầu vào biogas được nối trực tiếp vào đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học, nhưng đường ống này có thể nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học. Trong trường hợp này, đường ống đầu ra của khí quá trình được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học được đặt giữa lớp độn và bồn chứa chất lỏng tuần hoàn.

Mặc dù Fig.3 thể hiện sơ đồ dòng chảy đối với việc chảy biogas theo hướng đi xuống dưới, nhưng đường ống đầu vào biogas có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học nằm giữa lớp độn và bồn chứa chất lỏng tuần hoàn sao cho khí chảy theo hướng lên trên. Trong trường hợp này, đường ống đầu ra của khí quá trình có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học giữa lớp độn và phần đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học hoặc có thể được nối trực tiếp vào đỉnh của

tháp tách lưu huỳnh sinh học.

Trong cơ cấu điều chỉnh việc cấp khí có chứa oxy, phương tiện cấp dùng cho việc cấp khí như quạt gió có thể được sử dụng, tốc độ vòng quay của quạt gió có thể được điều khiển bằng máy biến tần để điều chỉnh lượng cấp, và có thể lắp van ở phần phía dưới của quạt gió sao cho lượng cấp có thể được điều chỉnh theo độ mở của van.

Khí có chứa oxy là khí mà nó chứa oxy và có thể là không khí, oxy tinh khiết hoặc khí mà nồng độ oxy được điều chỉnh bằng máy tạo oxy.

Đường ống đầu vào của khí có chứa oxy có thể được nối trực tiếp vào đường ống đầu vào biogas, có thể được nối trực tiếp vào đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học, hoặc có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học.

Mặc dù Fig.3 thể hiện sơ đồ dòng chảy để lưu thông khí có chứa oxy theo hướng đi xuống dưới, nhưng đường ống đầu vào của khí có chứa oxy có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học nằm giữa lớp đệm và bồn chứa chất lỏng tuần hoàn.

Chất đệm mà vi khuẩn bám dính vào đó có thể được làm bằng vật liệu mà có thể được sử dụng trong môi trường axit có độ pH bằng 1 hoặc ít hơn, và vật liệu này tốt hơn nếu là chất hữu cơ chẳng hạn như polyetylen, polypropylen, vinyl-clorua hoặc polyuretan.

Tốt hơn nếu chất đệm có dạng hình trụ, ống có khung sườn dạng lưới, hình cầu hoặc hình cầu gai. Tốt hơn nếu diện tích bề mặt riêng nằm trong khoảng từ $50 \text{ m}^2/\text{m}^3$ đến $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Tốt hơn nếu độ xốp nằm trong khoảng từ 80% đến 96%.

Đồng hồ đo lưu lượng khí có lỗ, lưu lượng kế thể tích, lưu lượng kế xoáy, lưu lượng kế dòng hoặc tương tự có thể được sử dụng làm đồng hồ đo lưu lượng khí. Đồng hồ đo khí khô và đồng hồ đo khí ẩm có thể được sử dụng làm lưu lượng kế thể tích. Ngoài ra, đồng hồ đo loại có màng hoặc loại có rôto có thể được sử dụng làm đồng hồ đo khí khô.

Phép đo điện phân có điều khiển, phép chuẩn độ chênh lệch điện thế bạc nitrat, phương pháp điện cực ion, phép đo hấp thụ xanh metylen, phép sắc ký khí hoặc tương tự có thể được sử dụng làm thiết bị đo nồng độ hydro sulfua. Ngoài ra, hydro sulfua có

thể được đo bằng cách sử dụng ống dò.

Đối với phương pháp điều khiển cơ cấu điều chỉnh việc cấp khí có chứa oxy và/hoặc cơ cấu điều chỉnh lượng cấp khí tuần hoàn, cơ cấu này có thể được điều khiển theo phương pháp vật lý hoặc có thể được điều khiển bằng cách sử dụng tín hiệu điện dựa trên các trị số lưu lượng dòng khí và/hoặc nồng độ hydro sulfua thu được theo phương pháp được mô tả trên đây.

Mặc dù Fig.3 thể hiện sơ đồ dòng chảy đối với việc xả khí đã xử lý mà nó chảy theo hướng đi xuống dưới, nhưng đường ống đầu ra của khí quá trình có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học nằm giữa đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học và lớp đệm sao cho biogas được chảy theo hướng lên phía trên.

Đường ống khí tuần hoàn có thể được phân nhánh từ đường ống đầu ra của khí quá trình hoặc có thể được nối trực tiếp vào phần đầu của tháp tách lưu huỳnh sinh học. Ngoài ra, đường ống khí tuần hoàn có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học nằm giữa đỉnh tháp và lớp đệm.

Mặc dù đường ống khí tuần hoàn quay trở về đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học để tuần hoàn trên Fig.3, nhưng đường tuần hoàn này có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học giữa lớp đệm và bồn chứa chất lỏng tuần hoàn theo kết cấu mà ở đó khí được xử lý theo hướng đi lên phía trên qua tháp tách lưu huỳnh.

Trong cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn, phương tiện cấp dùng cho việc cấp khí như quạt gió có thể được sử dụng, tốc độ vòng quay của quạt gió có thể được điều khiển bằng máy biến tần để điều chỉnh lượng cấp, và có thể lắp van ở phần phía dưới của quạt gió sao cho lượng cấp có thể được điều chỉnh theo độ mở của van.

Tốt hơn nếu một đầu của đường phun được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học ở vị trí đủ thấp so với mức chất lỏng tuần hoàn được chứa trong bồn chứa chất lỏng tuần hoàn. Đầu còn lại của đường phun có thể được nối trực tiếp vào mặt bên của tháp tách lưu huỳnh sinh học nằm giữa phần đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học và lớp đệm, hoặc có thể được nối trực tiếp vào đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học. Chất lỏng tuần hoàn được nạp trực tiếp vào đường phun nhờ phương tiện nạp chất lỏng như máy bơm.

Tốt hơn nếu bộ phận vận hành có thể tính toán lượng tải hydro sulfua dựa theo nồng độ hydro sulfua trong biogas và lưu lượng biogas. Tốt hơn nếu lượng cấp khí có chứa oxy được điều khiển dựa trên lượng tải hydro sulfua. Tốt hơn nếu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn sao cho khoảng nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn nằm trong khoảng từ 50 ppm đến 1000 ppm, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 150 ppm đến 500 ppm.

Các tác giả sáng chế đã tính toán lượng tải hydro sulfua được xác định từ tích số của nồng độ hydro sulfua trong biogas và lưu lượng biogas, và tự động điều chỉnh lượng cấp khí có chứa oxy trên cơ sở trị số lượng tải hydro sulfua sao cho lượng tối ưu có thể được cấp mà không cần cấp thừa lượng khí có chứa oxy.

Cụ thể, nồng độ hydro sulfua trong biogas và lưu lượng biogas đã đưa được vào bộ phận vận hành sao cho bộ phận vận hành tính toán được lượng tải hydro sulfua, và do vậy, dựa trên cơ sở lượng tải hydro sulfua này, cơ cấu điều chỉnh việc cấp khí có chứa oxy được điều khiển trước đó sao cho lượng khí có chứa oxy thích hợp có thể được cấp theo các công thức hoạt động được lưu từ trước.

Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã tìm ra phương pháp theo đó quá trình tách lưu huỳnh sinh học có thể thực hiện được với nồng độ hydro sulfua thích hợp trong khí đã tiếp xúc với chất độn. Cụ thể, cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn được vận hành trong trường hợp ở đó nồng độ hydro sulfua trong biogas đạt nồng độ đã được thiết đặt hoặc lớn hơn (ví dụ, 500 ppm hoặc lớn hơn). Lượng khí tuần hoàn được tính toán sao cho nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn đạt nồng độ định trước (ví dụ, 300 ppm), và do vậy cơ cấu điều chỉnh việc cấp lượng khí tuần hoàn được điều khiển theo cách nạp trước đó sao cho lượng định trước của khí tuần hoàn được cấp.

Fig.4 thể hiện ví dụ về lưu đồ để điều khiển cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn.

Fig.4A thể hiện lưu đồ cho phương pháp để điều khiển cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn bằng cách sử dụng lượng tải hydro sulfua.

Lượng tải hydro sulfua được tính toán dựa theo nồng độ hydro sulfua trong biogas và lưu lượng biogas, và lượng khí tuần hoàn được tính toán trên cơ sở lượng tải của hydro sulfua sao cho cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn có thể được hoạt động.

Còn có phương pháp nữa để điều khiển khí cơ cấu điều chỉnh khí tuần hoàn, đó là phương pháp điều khiển bằng cách sử dụng nồng độ hydro sulfua, và Fig.4B thể hiện phương pháp này.

Theo phương pháp này, lượng khí tuần hoàn được tính toán trên cơ sở nồng độ hydro sulfua trong biogas sao cho cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn có thể được hoạt động.

Tiếp theo, Fig.5 thể hiện ví dụ về lưu đồ để điều khiển cơ cấu điều chỉnh việc cấp khí có chứa oxy.

Lượng tải hydro sulfua được tính toán dựa theo nồng độ hydro sulfua trong biogas và lưu lượng biogas, và lượng được cấp của khí có chứa oxy được tính toán dựa trên cơ sở lượng tải hydro sulfua sao cho cơ cấu điều chỉnh việc cấp khí có chứa oxy có thể được hoạt động.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Tiếp theo, hiệu quả khi khí mà trên đó quá trình tách lưu huỳnh sinh học được thực hiện được dẫn trở lại phần trên của tháp tách lưu huỳnh sinh học để được xử lý đã được kiểm tra dựa trên cơ sở kiến thức thu được từ các công nghệ tách lưu huỳnh sinh học khác.

Trong thiết bị tách lưu huỳnh sinh học trên Fig.3, phần dài hai mét của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1 được độn bằng các chất độn hình trụ có đường kính 15 mm × chiều cao 15 mm với diện tích bề mặt riêng $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ được làm từ polyetylen. Khí được cho chảy qua tháp tách lưu huỳnh sinh học theo hướng đi xuống dưới xuất phát từ đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1. Bùn hoạt tính được sử dụng làm chất lỏng tuần hoàn và được đựng trong bồn chứa chất lỏng tuần hoàn ở phần dưới của tháp tách lưu huỳnh sinh học, và sau đó, được nạp vào phần trên của tháp tách lưu huỳnh sinh học bằng phương tiện máy bơm để được phun theo hướng song song với hướng của dòng khí.

Trong thử nghiệm này, biogas có nồng độ hydro sulfua 6000 ppm được sử dụng.

Ở đây, nồng độ hydro sulfua trong biogas trong phần thử nghiệm 1 là 6000 ppm, nồng độ hydro sulfua trong biogas trong phần thử nghiệm 2 là 3000 ppm, và nồng độ

hydro sulfua trong biogas trong phần thử nghiệm 3 là 1500 ppm.

Nồng độ của metan trong biogas là 80% và nồng độ cacbon đioxit là 20%, các nồng độ này được duy trì hầu như không đổi suốt khoảng thời gian trong đó thử nghiệm được tiến hành.

Bảng 3 thể hiện các điều kiện xử lý khí trong phần thử nghiệm 1. Biogas có nồng độ hydro sulfua là 6000 ppm được cấp ở mức 1 m³/ngày, và lượng khí tuần hoàn được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 9 m³/ngày đến 49 m³/ngày.

Bảng 4 thể hiện các điều kiện xử lý khí trong phần thử nghiệm 2. Biogas có nồng độ hydro sulfua là 3000 ppm được cấp ở mức 2 m³/ngày, và lượng khí tuần hoàn được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 8 m³/ngày đến 48 m³/ngày.

Bảng 5 thể hiện các điều kiện xử lý khí trong phần thử nghiệm 3. Biogas có nồng độ hydro sulfua là 1500 ppm được cấp ở mức 4 m³/ngày, và lượng khí tuần hoàn được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 6 m³/ngày đến 46 m³/ngày.

Trong thử nghiệm này, khí có chứa oxy được điều chỉnh để có 30 % thể tích oxy và 70 % thể tích nitơ được sử dụng và lượng cấp khí có chứa oxy là 60 L/ngày.

Lượng phun đủ để tạo cho chất độn có môi trường độ ẩm cao sao cho vi khuẩn bám vào chất độn có thể hoạt động trong quá trình, và là 200 L/ngày.

Tương tự như vậy, nhiệt độ quá trình được thiết đặt ở mức 35°C để tạo ra môi trường trong đó trong đó vi khuẩn tích cực tham gia phản ứng.

Các lần vận hành riêng rẽ được tiến hành đối với các lưu lượng khác nhau của khí đã tiếp xúc với chất độn, và thử nghiệm này được tiến hành song song bằng cách sử dụng ba thiết bị tách lưu huỳnh sinh học như trên Fig.3. Khoảng thời gian đánh giá thử nghiệm là 30 ngày.

Nồng độ hydro sulfua trong biogas được đo bằng thiết bị đo nồng độ hydro sulfua 3, được lắp dọc theo đường ống đầu vào biogas 2.

Đối với các khí khác không thể đo được bằng thiết bị đo nồng độ hydro sulfua, thì khí đã tiếp xúc với chất độn được lấy mẫu trong túi giấy bằng cách sử dụng bơm hút dọc theo đường ống đầu vào của khí biogas 2 giữa đồng hồ đo lưu lượng biogas 4 và đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học 1. Khí quá trình Oc được lấy mẫu trong túi giấy

bằng cách sử dụng bơm hút dọc theo đường ống đầu ra của khí quá trình 7.

Nồng độ hydro sulfua trong khí được lấy mẫu trong túi giấy được đo bằng cách sử dụng ống dò đối với hydro sulfua (ống dò được chế tạo bởi hãng Gastech; 4H).

Bảng 3

Các điều kiện xử lý khí khi nồng độ hydro sulfua trong biogas là 6000 ppm

Các điều kiện xử lý khí	
Nồng độ hydro sulfua trong biogas [ppm]	6000
Lưu lượng biogas [m ³ /ngày]	1
Lưu lượng khí tuần hoàn [m ³ /ngày]	9 ~ 49

Bảng 4

Các điều kiện xử lý khí khi nồng độ hydro sulfua trong biogas là 3000 ppm

Các điều kiện xử lý khí	
Nồng độ hydro sulfua trong biogas [ppm]	3000
Lưu lượng biogas [m ³ /ngày]	2
Lưu lượng khí tuần hoàn [m ³ /ngày]	8 ~ 48

Bảng 5

Các điều kiện xử lý khí khi nồng độ hydro sulfua trong biogas là 1500 ppm

Các điều kiện xử lý khí	
Nồng độ hydro sulfua trong biogas [ppm]	1500
Lưu lượng biogas [m ³ /ngày]	4
Lưu lượng khí tuần hoàn [m ³ /ngày]	6 ~ 46

Các kết quả thử nghiệm được mô tả dưới đây.

Bảng 6 thể hiện các kết quả thử nghiệm trong phần thử nghiệm 1. Bảng 7 thể hiện các kết quả thử nghiệm trong phần thử nghiệm 2. Bảng 8 thể hiện các kết quả thử nghiệm trong phần thử nghiệm 3. Các trị số trong các kết quả thử nghiệm trong các bảng này là các trị số đánh giá của ngày thứ 30.

Đối với các kết quả trong phần thử nghiệm 1, lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn là 10 m³/ngày và thời gian tiếp xúc là 34 giây trong lần vận hành J-1-1. Nồng độ hydro sulfua trung bình trong khí quá trình trong khoảng thời gian này là 3000 ppm.

Lúc này, tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 50%, lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn là $1,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$, và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Khi lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn tăng lên đạt $12 \text{ m}^3/\text{ngày}$ trong lần vận hành J-1-2, thì thời gian tiếp xúc là 28 giây. Nồng độ trung bình hydro sulfua trong khí quá trình trong khoảng thời gian này là 450 ppm. Lúc này, tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 93%, lượng hydro sulfua loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $1,9 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$, và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Khi lượng khí tuần hoàn tăng lên (từ lần vận hành J-1-3 đến lần vận hành J-1-7), thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 90% hoặc lớn hơn, và lượng hydro sulfua loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn là $1,8 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$ hoặc lớn hơn cho tới điểm trong đó lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn đạt $40 \text{ m}^3/\text{ngày}$ (lần vận hành J-1-7). Lúc này, thời gian tiếp xúc là 8 giây to 23 giây. Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Khi lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn tăng lên đạt $50 \text{ m}^3/\text{ngày}$ (lần vận hành J-1-8), tuy nhiên, thời gian tiếp xúc là 6 giây, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ giảm xuống còn 65% và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn giảm xuống còn $1,3 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Lúc này, tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Trong lần vận hành J-1-9, biogas được xử lý nguyên trạng trong hệ thống thông thường. Hydro sulfua trong khí quá trình đạt 5850 ppm tại ngày đánh giá thứ 30, trong đó tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 3% và lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn là $0,05 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 30% và việc lắng đọng lưu huỳnh đã xuất hiện.

Trong các các phần thử nghiệm 2 và 3 cũng như hiệu quả xử lý đã bộc lộ xu hướng giống như trong phần thử nghiệm 1, và tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 90% hoặc lớn hơn khi lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn nằm trong khoảng từ $12 \text{ m}^3/\text{ngày}$ đến $40 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Do vậy, hiệu quả xử lý của hệ thống quy trình theo sáng chế là đạt yêu cầu thậm chí ngay cả khi có tải cao khi so sánh với hệ thống thông thường.

Bảng 6

Các kết quả so sánh giữa sáng chế và hệ thống thông thường
(nồng độ hydro sulfua trong biogas là 6000 ppm)

Lượng tải hydro sulfua là 2,0 kg/(m³ . ngày)

Lần vận hành	Lưu lượng biogas	Lưu lượng khí tuần hoàn	Lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn	Thời gian tiếp xúc	Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình	Nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn	Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ	Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn	Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuaic	
	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[giờ]	[ppm]	[ppm]	[%]	[kg/(m ³ . ngày)]	[%]	
J-1-1	1	9	10	34	3000	3300	50	1,0	100	Sáng chế
J-1-2	1	11	12	28	450	913	93	1,9	100	
J-1-3	1	14	15	23	150	540	98	2,0	100	
J-1-4	1	19	20	17	0	300	100	2,0	100	
J-1-5	1	23	24	14	0	250	100	2,0	100	
J-1-6	1	29	30	11	150	345	98	2,0	100	
J-1-7	1	39	40	8	600	735	90	1,8	100	
J-1-8	1	49	50	6	2100	2178	65	1,3	100	Hệ thống thông thường
J-1-9	1	0	1	340	5850	6000	3	0,05	30	

Bảng 7

Các kết quả so sánh giữa sáng chế và hệ thống thông thường
(nồng độ hydro sulfua trong biogas là 3000 ppm)

Lượng tải hydro sulfua là 2,0 kg/(m³ . ngày)

Lần vận hành	Lưu lượng biogas	Lưu lượng khí tuần hoàn	Lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn	Thời gian tiếp xúc	Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình	Nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn	Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ	Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn	Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuaic	
	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[giờ]	[ppm]	[ppm]	[%]	[kg/(m ³ . ngày)]	[%]	
J-2-1	2	8	10	34	900	1020	70	1,4	100	Sáng chế
J-2-2	2	10	12	28	150	375	95	1,9	100	
J-2-3	2	13	15	23	150	330	95	1,9	100	
J-2-4	2	18	20	17	0	150	100	2,0	100	
J-2-5	2	22	24	14	0	125	100	2,0	100	
J-2-6	2	28	30	11	0	100	100	2,0	100	
J-2-7	2	38	40	8	300	360	90	1,8	100	
J-2-8	2	48	50	6	1200	1212	60	1,2	100	Hệ thống thông thường
J-2-9	2	0	2	170	2850	1500	5	0,1	30	

Bảng 8

Các kết quả so sánh giữa sáng chế và hệ thống thông thường
(nồng độ hydro sulfua trong biogas là 1500 ppm)

Lượng tải hydro sulfua là 2,0 kg/(m³ . ngày)

Lần Vận hành	Lưu lượng biogas	Lưu lượng khí tuần hoàn	Lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn	Thời gian tiếp xúc	Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình	Nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn	Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ	Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn	Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuaic
	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[giây]	[ppm]	[ppm]	[%]	[kg/(m ³ . ngày)]	[%]
J-3-1	4	6	10	34	375	375	75	1,5	100
J-3-2	4	8	12	28	75	175	95	1,9	100
J-3-3	4	11	15	23	75	155	95	1,9	100
J-3-4	4	16	20	17	0	75	100	2,0	100
J-3-5	4	20	24	14	0	63	100	2,0	100
J-3-6	4	26	30	11	0	50	100	2,0	100
J-3-7	4	36	40	8	150	173	90	1,8	100
J-3-8	4	46	50	6	600	582	60	1,2	100
J-3-9	4	0	4	85	1425	375	5	0,1	30

Sáng chế
↓
Hệ thống thông thường

Ví dụ 2

Lượng tải hydro sulfua có thể được xử lý trong hệ thống khí tuần hoàn được kiểm tra. Thiết bị tách lưu huỳnh sinh học giống như trong ví dụ 1 được sử dụng làm thiết bị thử nghiệm. Bảng 9 thể hiện các điều kiện xử lý khí cho thử nghiệm liên quan đến lượng tải hydro sulfua có thể được xử lý trong hệ thống khí tuần hoàn cũng như các kết quả thử nghiệm.

Khí được cho chảy qua tháp tách lưu huỳnh sinh học theo hướng đi xuống dưới từ đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học.

Chất lỏng tuần hoàn được nạp vào phần trên của tháp tách lưu huỳnh sinh học bằng phương tiện máy bơm và được phun theo hướng song song với hướng của dòng khí.

Biogas có nồng độ hydro sulfua là 3000 ppm được sử dụng và lượng khí tuần

hoàn được điều chỉnh nhờ tuần hoàn khí quá trình sao cho nồng độ khí đã tiếp xúc với chất độn đạt 300 ppm.

Nồng độ của metan trong biogas là 80% và nồng độ cacbon đioxit là 20%, mà chúng được duy trì gần như không đổi suốt khoảng thời gian trong đó thử nghiệm được tiến hành.

Lượng khí có chứa oxy được cấp trong thử nghiệm hiện tại là 60 L/ngày.

Lượng phun đủ để tạo cho chất độn có môi trường độ ẩm cao sao cho vi khuẩn bám vào chất độn có thể hoạt động trong quá trình và, do vậy, là 200 L/ngày.

Tương tự như vậy, nhiệt độ quá trình được thiết đặt ở mức 35°C để tạo ra môi trường trong đó trong đó vi khuẩn tích cực tham gia phản ứng.

Các lần vận hành riêng rẽ được tiến hành đối với các lưu lượng khác nhau của khí đã tiếp xúc với chất độn, và thử nghiệm hiện tại được tiến hành song song bằng cách sử dụng ba thiết bị tách lưu huỳnh sinh học như trên Fig.3. Khoảng thời gian đánh giá thử nghiệm là 30 ngày. Trị số các kết quả thử nghiệm trong bảng là các trị số thử nghiệm tại ngày thứ 30.

Bảng 9

Các điều kiện xử lý khí đối với lượng tải hydro sulfua có thể xử lý trong hệ thống khí tuần hoàn cũng như các kết quả thử nghiệm

Nồng độ hydro sulfua trong biogas là 3000ppm

Nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn là 300ppm

Lần Vận hành	Lưu lượng biogas	Lưu lượng khí tuần hoàn	Lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn	Thời gian tiếp xúc	Lượng tải hydro sulfua	Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình	Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ	Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn	Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuaic
	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[m ³ /ngày]	[giờ]	g/(m ³ ·ngày)	[ppm]	[%]	[kg/(m ³ ·ngày)]	[%]
J-4-1	2,0	18,0	20	17	2,0	0	100	2,0	100
J-4-2	3,0	27,0	30	11	3,0	0	100	3,0	100
J-4-3	3,5	31,5	35	10	3,5	150	95	3,3	100
J-4-4	4,0	36,0	40	8	4,0	300	90	3,6	100
J-4-5	4,2	37,8	42	6	4,2	2500	17	0,7	20

Các kết quả thử nghiệm được mô tả dưới đây.

Trong lần vận hành J-4-1, lượng khí tuần hoàn 18 m³/ngày được cấp khi lưu lượng biogas là 2 m³/ngày sao cho lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn ở mức 20

$\text{m}^3/\text{ngày}$ được xử lý. Thời gian tiếp xúc là 17 giây và lượng tải hydro sulfua là $2,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$.

Không dò thấy có hydro sulfua trong khí quá trình. Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn là $2,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$, và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Trong lần vận hành J-4-2, lượng khí tuần hoàn $27 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được cấp khi lưu lượng biogas là $3 \text{ m}^3/\text{ngày}$ sao cho lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn $30 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được xử lý. Thời gian tiếp xúc là 11 giây và lượng tải hydro sulfua là $3,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$.

Không dò thấy có hydro sulfua trong khí quá trình. Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn là $3,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$, và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Trong lần vận hành J-4-3, lượng khí tuần hoàn $31,5 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được cấp khi lưu lượng biogas là $3,5 \text{ m}^3/\text{ngày}$ sao cho lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn ở mức $35 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được xử lý. Thời gian tiếp xúc là 10 giây và lượng tải hydro sulfua là $3,5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$.

Hydro sulfua trong khí quá trình là 150 ppm, và tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 95%. Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn là $3,3 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Trong lần vận hành J-4-4, lượng khí tuần hoàn $36 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được cấp khi lưu lượng biogas là $4,0 \text{ m}^3/\text{ngày}$ sao cho lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn ở mức $40 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được xử lý. Thời gian tiếp xúc là 8 giây và lượng tải hydro sulfua là $3,5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình là 300 ppm, và tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 90%. Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn là $3,6 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Trong lần vận hành J-4-5, lượng khí tuần hoàn $37,8 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được cấp khi lưu lượng biogas là $4,2 \text{ m}^3/\text{ngày}$ sao cho lưu lượng khí đã tiếp xúc với chất độn $42 \text{ m}^3/\text{ngày}$ được xử lý. Thời gian tiếp xúc là 7 giây và lượng tải hydro sulfua là $4,2 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$. Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình là 2500 ppm, và tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 17%. Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị chất độn là 0,7

kg/(m³ · ngày). Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric giảm mạnh xuống 20%.

Vì thế, đã tìm ra qui trình có thể đạt được tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric 100% đối với lượng tải hydro sulfua cho tới 4,0 kg/(m³ · ngày) khi hệ thống khí tuần hoàn theo sáng chế được áp dụng, và lưu lượng biogas không đổi và lượng khí tuần hoàn được cấp cho qui trình sao cho nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn, mà có thể được xử lý với mức tải cao trong ví dụ 1, là 300 ppm.

Ví dụ 3

Thiết bị giống như trong ví dụ 1 được sử dụng làm thiết bị thử nghiệm và tác dụng của sáng chế liên quan đến phương pháp để điều khiển lượng cấp khí có chứa oxy đã được kiểm tra.

Khí được cho chảy qua tháp tách lưu huỳnh sinh học theo hướng đi xuống dưới bắt đầu từ đỉnh của tháp tách lưu huỳnh sinh học.

Bùn hoạt tính được sử dụng là bùn hạt, và được chứa trong bồn chứa chất lỏng tuần hoàn ở phần dưới của tháp tách lưu huỳnh sinh học, được nạp vào phần trên của tháp tách lưu huỳnh sinh học bằng phương tiện máy bơm, và được phun song song với hướng của dòng khí.

Không khí (21 % thể tích oxy) được sử dụng làm khí có chứa oxy.

Nồng độ hydro sulfua trong biogas trong thử nghiệm hiện tại dao động theo giờ trong ngày như sau.

0:00 - 8:00 (khoảng thời gian 1): 1000 ppm

8:00 - 20:00 (khoảng thời gian 2): 6000 ppm

20:00 - 0:00 (khoảng thời gian 3): 1000 ppm

Lưu lượng biogas không thay đổi ở mức 1 m³/ngày trong suốt thử nghiệm.

Nồng độ của metan trong biogas là 65% và nồng độ cacbon đioxit là 35%, chúng duy trì hầu như không đổi trong suốt khoảng thời gian tiến hành thử nghiệm.

Bảng 10 thể hiện các điều kiện thử nghiệm và các kết quả liên quan đến phương pháp để điều khiển lượng cấp khí có chứa oxy.

Trong hệ thống này theo sáng chế, lượng cấp khí có chứa oxy được điều khiển

bằng cách sử dụng lượng tải hydro sulfua.

Lượng cấp khí có chứa oxy được đặt sao cho lượng lớn hơn 1,5 lần so với O_0 được cấp, và lượng cấp khí có chứa oxy thay đổi theo mức dao động lượng tải hydro sulfua. Điều này nói lên, khí có chứa oxy ở mức 10 L/ngày được cấp theo các công thức từ 8 đến 10 được mô tả trên đây khi lượng tải hydro sulfua là $0,3 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$ trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3.

Khí có chứa oxy ở mức 60 L/ngày được cấp theo các công thức từ 8 đến 10 được mô tả trên đây khi lượng tải hydro sulfua là $2,0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{ngày})$ trong khoảng thời gian 2.

Trong khi đó, khí có chứa oxy có tỷ lệ không đổi so với lưu lượng biogas được cấp trong hệ thống cung cấp oxy để điều khiển.

Điều này nói lên rằng, lượng cấp khí có chứa oxy trong thử nghiệm này không thay đổi ở mức 35 L/ngày trong suốt thử nghiệm bằng với lượng cấp khí có chứa oxy theo sáng chế.

Lượng khí tuần hoàn được điều khiển sao cho nồng độ hydro sulfua trong khí đã tiếp xúc với chất độn đạt từ 300 ppm đến 500 ppm.

Lượng phun đủ để tạo cho chất độn có môi trường độ ẩm cao sao cho vi khuẩn bám vào chất độn có thể hoạt động trong quá trình và, theo đó, là 200 L/ngày. Tương tự như vậy, nhiệt độ quá trình được thiết đặt ở mức 35°C để tạo ra môi trường trong đó trong đó vi khuẩn tích cực tham gia vào phản ứng. Các lần vận hành riêng rẽ được tiến hành đối với các lưu lượng khác nhau của khí đã tiếp xúc với chất độn, và thử nghiệm này được tiến hành song song bằng cách sử dụng hai thiết bị tách lưu huỳnh sinh học như trên Fig.3. Khoảng thời gian đánh giá là 30 ngày. Trị số các kết quả thử nghiệm trong bảng là các trị số thử nghiệm tại ngày thứ 30.

Các kết quả thử nghiệm được mô tả dưới đây.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 10 L/ngày trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3 theo sáng chế, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 100% và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric 100% là kết quả của quy trình này.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 35 L/ngày trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3 để điều khiển, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 100% và tỷ lệ chuyển hóa

thành axit sulfuric là 100%.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 60 L/ngày trong khoảng thời gian 2 theo sáng chế, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ 100% và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric 100% là kết quả của quy trình này.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 35 L/ngày trong khoảng thời gian 2 để điều khiển, nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình là 1000 ppm, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 83% và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 80%.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 10 L/ngày đối với lưu lượng biogas 1 m³/ngày trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3 theo sáng chế, thì tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100% và không cần có lượng oxy lớn hơn. Nồng độ của metan trong biogas trong các khoảng thời gian này là 65% và nồng độ của metan trong khí quá trình là 64,3%.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 35 L/ngày, lượng này lớn hơn 3,5 lần so với lượng theo sáng chế, cho lưu lượng biogas 1 m³/ngày trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3 để điều khiển, và oxy thừa không được xử lý được chứa trong khí quá trình. Nồng độ của metan trong biogas trong các khoảng thời gian này là 65% và nồng độ của metan trong khí quá trình là 62,8%, và do vậy, giá trị biogas dưới dạng nhiên liệu bị giảm bớt và có rủi ro xuất hiện hỏa hoạn trong nồi hơn hoặc thiết bị tương tự.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy được điều khiển bằng lượng tải hydro sulfua như theo sáng chế, thì hiệu quả loại bỏ hydro sulfua là ổn định trong quy trình trong đó tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%.

Vì thế, tính ưu việt của quy trình để hệ thống điều khiển lượng khí có chứa oxy được cấp cho biogas có lượng tải hydro sulfua thay đổi bất thường đã được xác nhận.

Bảng 10

Các điều kiện và kết quả thử nghiệm liên quan đến phương pháp điều khiển lượng cung cấp khí có chứa oxy

Khoảng thời gian để xử lý trong ngày	Sáng chế		Điều khiển	
	0:00 - 8:00 (Khoảng thời gian 1) 20:00 - 24:00 (Khoảng thời gian 3)	8:00 - 20:00 (Khoảng thời gian 2)	0:00 - 8:00 (Khoảng thời gian 1) 20:00 - 24:00 (Khoảng thời gian 3)	8:00 - 20:00 (Khoảng thời gian 2)
Lượng thời gian để xử lý trong ngày [giờ]	12	12	12	12
Nồng độ hydro sulfua trong biogas [ppm]	1000	6000	1000	6000
Lượng cung cấp khí có chứa ô xy [L/ngày]	10	60	35	35
Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình [ppm]	0	0	0	1000
Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ [%]	100	100	100	83
Lượng tải hydro sulfua trên thể tích đơn vị của chất độn [kg/(m ³ . ngày)]	0,3	2	0,3	2
Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn [kg/(m ³ . ngày)]	0,3	2	0,3	1,7
Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric [%]	100	100	100	80

Lưu lượng biogas: 1m³/ngày

Lượng khí tuần hoàn được điều chỉnh sao cho hydro sulfua tiếp xúc với chất độn nằm trong khoảng từ 300 ppm đến 500 ppm

Ví dụ 4

Tiếp theo, hiệu quả loại bỏ được kiểm tra khi lượng oxy, để điều khiển, tăng lên.

Bảng 11 thể hiện các điều kiện xử lý khí và các kết quả thử nghiệm so sánh liên quan đến phương pháp để điều khiển lượng cấp khí có chứa oxy.

Các điều kiện thử nghiệm theo sáng chế giống như trong ví dụ 2.

Để điều khiển, lượng cấp khí có chứa oxy thay đổi từ 35 L/ngày lên 60 L/ngày, lượng này được duy trì ở mức cung cấp không thay đổi. Các trị số của các kết quả thử nghiệm trong bảng 11 là các trị số đánh giá của ngày thứ 30.

Bảng 11

Các điều kiện và kết quả thử nghiệm liên quan đến phương pháp điều khiển lượng cung cấp khí có chứa oxy

Phương pháp điều khiển lượng cung cấp không khí	Sáng chế		Điều khiển	
	0:00 - 8:00 (Khoảng thời gian 1) 20:00 - 24:00 (Khoảng thời gian 3)	8:00 - 20:00 (Khoảng thời gian 2)	0:00 - 8:00 (Khoảng thời gian 1) 20:00 - 24:00 (Khoảng thời gian 3)	8:00 - 20:00 (Khoảng thời gian 2)
Lượng thời gian để xử lý trong ngày [giờ]	12	12	12	12
Nồng độ hydro sulfua trong biogas [ppm]	1000	6000	1000	6000
Lượng cung cấp khí có chứa ô xy [L/ngày]	10	60	60	60
Nồng độ hydro sulfua trong khí quá trình [ppm]	0	0	0	0
Tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ [%]	100	100	100	100
Lượng tải hydro sulfua trên thể tích đơn vị của chất độn [kg/(m ³ . ngày)]	0,3	2	0,3	2
Lượng hydro sulfua được loại bỏ trên thể tích đơn vị của chất độn [kg/(m ³ . ngày)]	0,3	2	0,3	1,7
Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric [%]	100	100	100	100

Lưu lượng biogas: 1m³/ngày

Lượng khí tuần hoàn được điều chỉnh sao cho hydro sulfua tiếp xúc với chất độn nằm trong khoảng từ 300 ppm đến 500 ppm

Các kết quả thử nghiệm được mô tả dưới đây.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 10 L/ngày trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3 theo sáng chế, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 100% và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100% khi xử lý. Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 60 L/ngày trong khoảng thời gian 2, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 100% và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100% khi xử lý.

Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 60 L/ngày trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3, để điều khiển, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 100% và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%. Khi lượng cấp khí có chứa oxy là 60 L/ngày trong khoảng thời gian 2, thì tỷ lệ hydro sulfua được loại bỏ là 100% và tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100% khi xử lý.

Tỷ lệ chuyển hóa thành axit sulfuric là 100%, và không cần thiết phải bổ sung thêm oxy vào lượng cấp khí có chứa oxy trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3 theo sáng chế (10 L/ngày đối với lưu lượng biogas 1 m³/ngày). Nồng độ của metan trong biogas trong các khoảng thời gian này là 65% và nồng độ của metan trong khí đã xử lý là 64,3%.

Trái lại, để điều khiển, lượng cấp khí có chứa oxy trong khoảng thời gian 1 và khoảng thời gian 3 lớn gấp 6 lần so với phương án theo sáng chế (60 L/ngày đối với lưu lượng biogas 1 m³/ngày), và lượng oxy thừa chưa xử lý nằm trong khí quá trình. Nồng độ của metan trong biogas trong các khoảng thời gian này là 65% và nồng độ của metan trong khí đã xử lý là 61,0%, và do vậy, giá trị biogas dưới dạng nhiên liệu bị giảm bớt và có rủi ro xuất hiện hỏa hoạn trong nồi hơi hoặc thiết bị tương tự.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, như được mô tả trên đây, hydro sulfua có thể được xử lý hiệu quả với mức tải lượng cao, và hydro sulfua đã xử lý có thể được chuyển hóa thành axit sulfuric sao cho thiết bị có thể ngăn ngừa được hiện tượng tắc nghẽn ở bên trong, và do vậy, sáng chế có thể đề xuất được thiết bị và phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh ra khỏi biogas mà không cần đến công đoạn làm sạch, điều này giúp quy trình có thể hoạt động với chi phí thấp.

Danh mục các ký hiệu

Oa	biogas
Ob	khí có chứa oxy
Oc	khí quá trình
Od	chất lỏng tuần hoàn
Oe	nước xả
Of	nước tái nạp
Og	khí làm loãng
1	tháp tách lưu huỳnh sinh học
1a	lớp đệm
1b	bồn chứa chất lỏng tuần hoàn
2	đường vào của biogas
3	thiết bị đo nồng độ hydro sulfua
4	đồng hồ đo lưu lượng khí
5	đường ống đầu vào của khí có chứa oxy
6	cơ cấu điều chỉnh việc cấp khí có chứa oxy
7	đường ống đầu ra của khí quá trình
8	đường ống khí tuần hoàn
9	cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn
10	đường phun
11	bộ phận vận hành
12	cơ cấu truyền tín hiệu đối với khí tuần hoàn
13	cơ cấu truyền tín hiệu đối với khí có chứa oxy
14	đường ống khí làm loãng
15	đường nhập tín hiệu nồng độ hydro sulfua
16	đường nhập tín hiệu của lưu lượng khí

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị tách lưu huỳnh sinh học để loại bỏ hydro sulfua theo phương pháp sinh học ra khỏi khí sinh học (biogas) sinh ra từ quá trình lên men metan chất thải hữu cơ bằng cách phun chất lỏng tuần hoàn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học, khác biệt ở chỗ:

đường ống đầu vào biogas được bố trí sao cho biogas chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học qua phần đầu của tháp,

lớp đệm được tạo ra từ vật liệu đệm mà vi khuẩn bám dính vào đó được bố trí bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học,

đường ống đầu ra của khí quá trình được bố trí để xả khí quá trình ở phần phía dưới của lớp đệm, mà nó nằm ở phần đầu kia của tháp tách lưu huỳnh sinh học,

đường ống khí tuần hoàn để tuần hoàn một phần khí quá trình được bố trí ở phần đầu mà qua đó biogas chảy vào tháp tách lưu huỳnh sinh học,

thiết bị đo nồng độ hydro sulfua và đồng hồ đo lưu lượng khí được bố trí dọc theo đường ống đầu vào biogas,

cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn được bố trí dọc theo đường ống khí tuần hoàn,

bộ phận vận hành để tính toán lượng tải hydro sulfua dựa theo trị số nồng độ hydro sulfua của biogas được xác định bởi thiết bị đo nồng độ hydro sulfua và trị số lưu lượng dòng khí được xác định bởi đồng hồ đo lưu lượng khí được bố trí, và

cơ cấu truyền tín hiệu cho khí tuần hoàn được bố trí để vận hành cơ cấu điều chỉnh lượng khí tuần hoàn đã nêu phụ thuộc vào các kết quả tính toán về lượng tải hydro sulfua bằng bộ phận vận hành, sao cho nồng độ hydro sulfua của khí tiếp xúc với vật liệu đệm nằm trong khoảng định trước.

2. Thiết bị tách lưu huỳnh sinh học theo điểm 1, khác biệt ở chỗ:

đường ống đầu vào của khí có chứa oxy được bố trí để cho phép khí có chứa oxy chảy qua đường ống đầu vào biogas và/hoặc vào tháp tách lưu huỳnh sinh học,

cơ cấu điều chỉnh việc cấp lượng khí có chứa oxy được bố trí dọc theo đường ống đầu vào của khí có chứa oxy, và

cơ cấu truyền tín hiệu đối với khí có chứa oxy được bố trí để vận hành cơ cấu điều chỉnh đã nêu đối với việc cấp lượng khí có chứa oxy phụ thuộc vào kết quả tính

toán lượng tải hydro sulfua bằng bộ phận vận hành.

3. Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh bằng cách phun chất lỏng tuần hoàn bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học để loại bỏ hydro sulfua theo phương pháp sinh học ra khỏi biogas sinh ra từ quá trình lên men metan chất thải hữu cơ, khác biệt ở chỗ:

lớp đệm được tạo ra từ vật liệu đệm mà vi khuẩn sẽ bám vào đó được bố trí bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học,

phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh này bao gồm:

bước nạp dòng khí biogas đầu vào cho phép biogas chảy vào lớp đệm bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học từ phía trên;

bước xả dòng khí đầu ra của khí quá trình để xả khí quá trình tới điểm ở phía dưới của lớp đệm bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học; và

bước tuần hoàn khí để tuần hoàn một phần khí quá trình qua điểm ở phía trên của lớp đệm bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học, và

lượng tải hydro sulfua được tính toán dựa theo nồng độ hydro sulfua và lưu lượng khí ra khỏi biogas được phép tạo dòng chảy trong bước nạp dòng khí biogas đầu vào, và lượng khí tuần hoàn trong bước tuần hoàn khí được điều chỉnh theo các kết quả tính toán sao cho nồng độ hydro sulfua của khí tiếp xúc với vật liệu đệm nằm trong khoảng định trước.

4. Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh theo điểm 3, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

bước nạp dòng khí đầu vào chứa oxy cho phép khí có chứa oxy chảy vào lớp đệm bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học từ phía trên, khác biệt ở chỗ:

lượng cấp khí có chứa oxy trong bước nạp dòng khí đầu vào chứa oxy được điều chỉnh theo các kết quả tính toán lượng tải hydro sulfua.

5. Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh theo điểm 3 hoặc 4, khác biệt ở chỗ, nồng độ hydro sulfua nằm trong khoảng từ 50 ppm đến 1000 ppm trong khí ở tại điểm ở phía trên của lớp đệm bên trong tháp tách lưu huỳnh sinh học.

6. Phương pháp sinh học để tách lưu huỳnh theo điểm 5, khác biệt ở chỗ, nồng độ hydro sulfua nằm trong khoảng từ 150 ppm đến 500 ppm trong khí đã nêu.

FIG.1

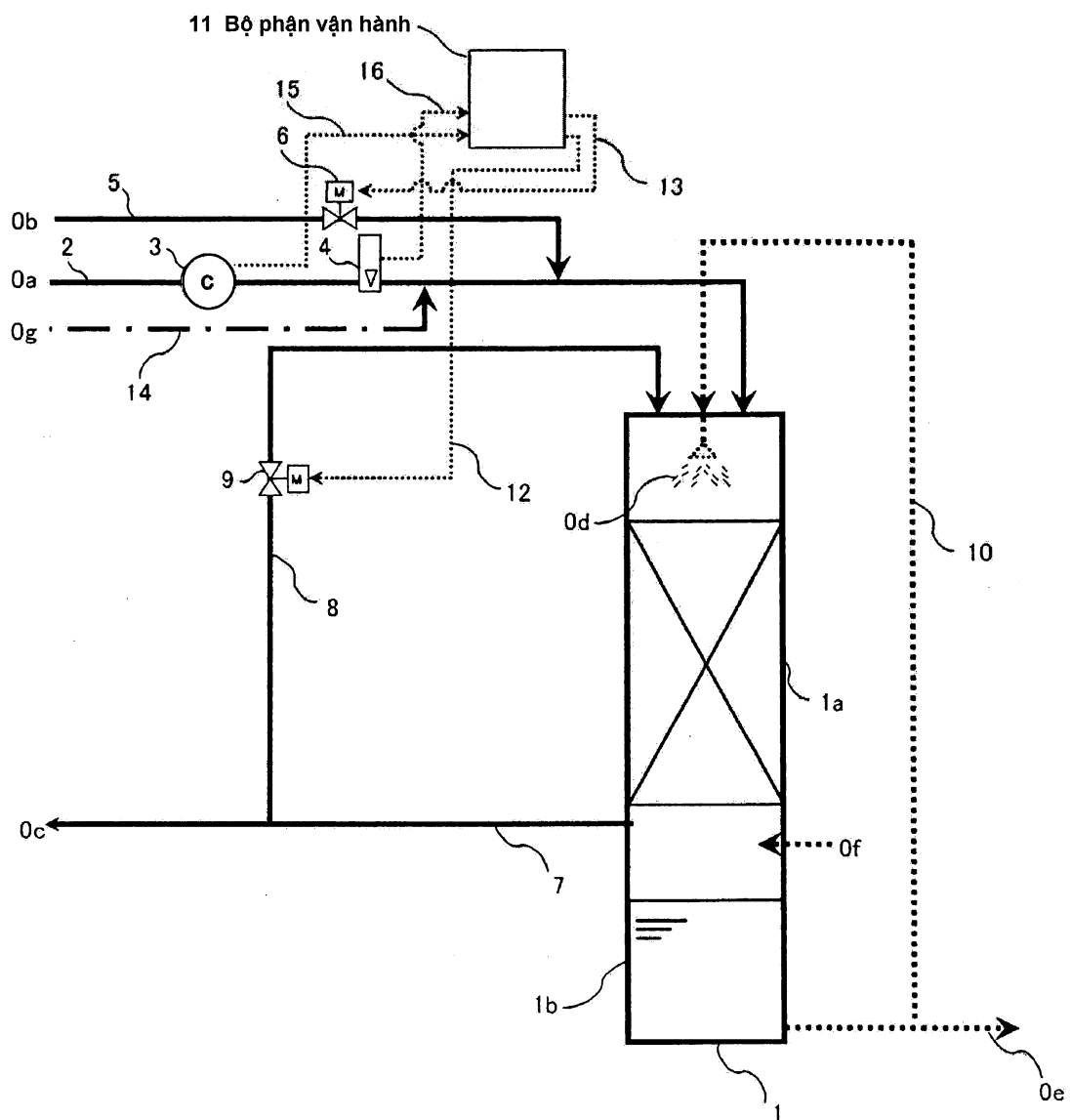


FIG.2

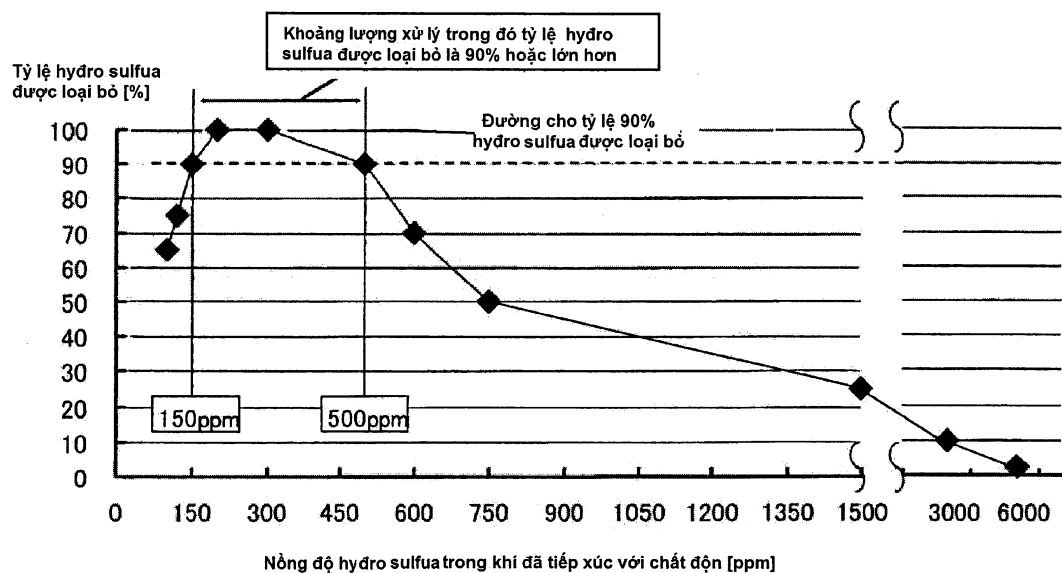


FIG.3

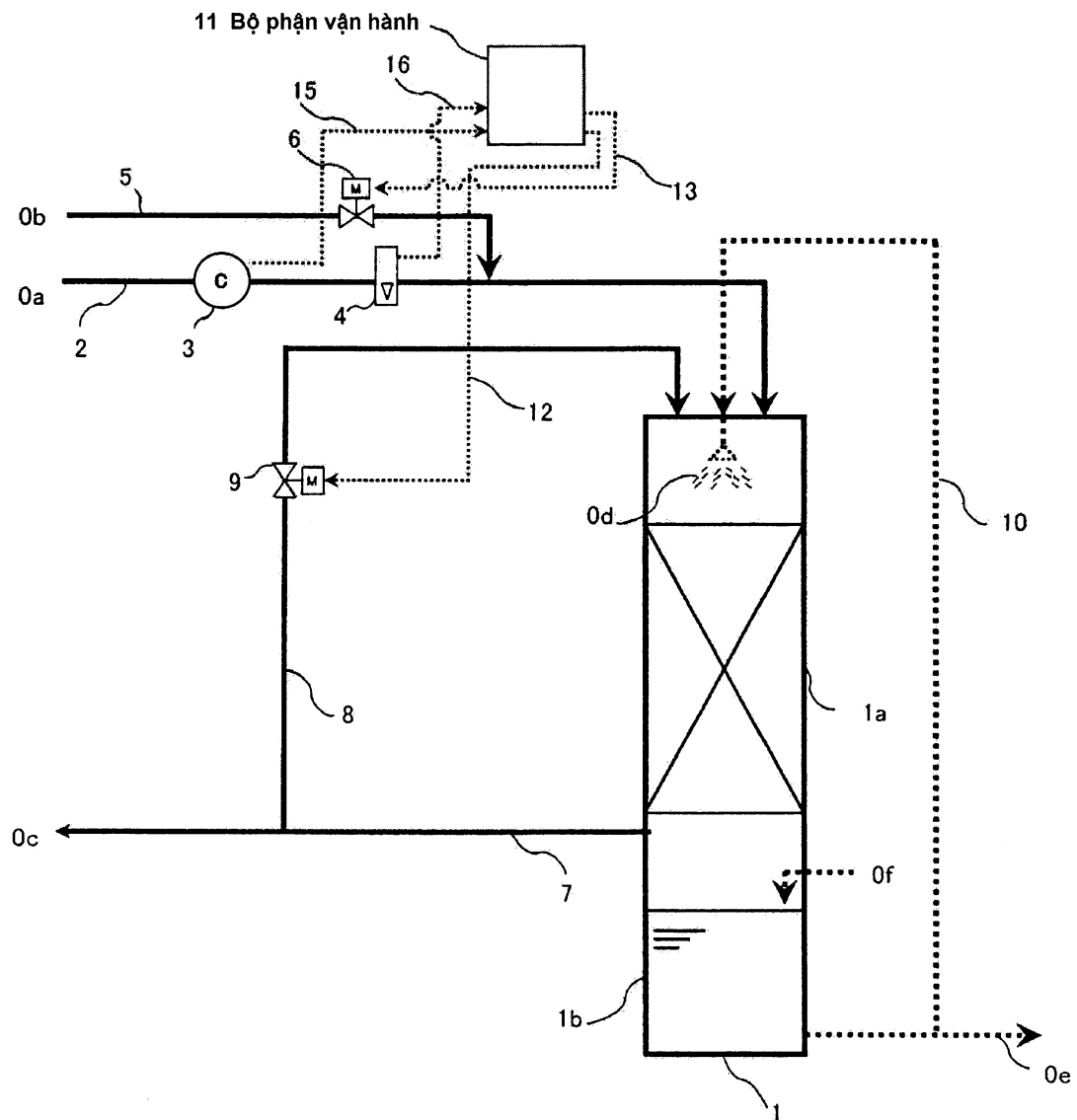


FIG.4A

Hệ thống điều khiển lượng tải hydro sulfua

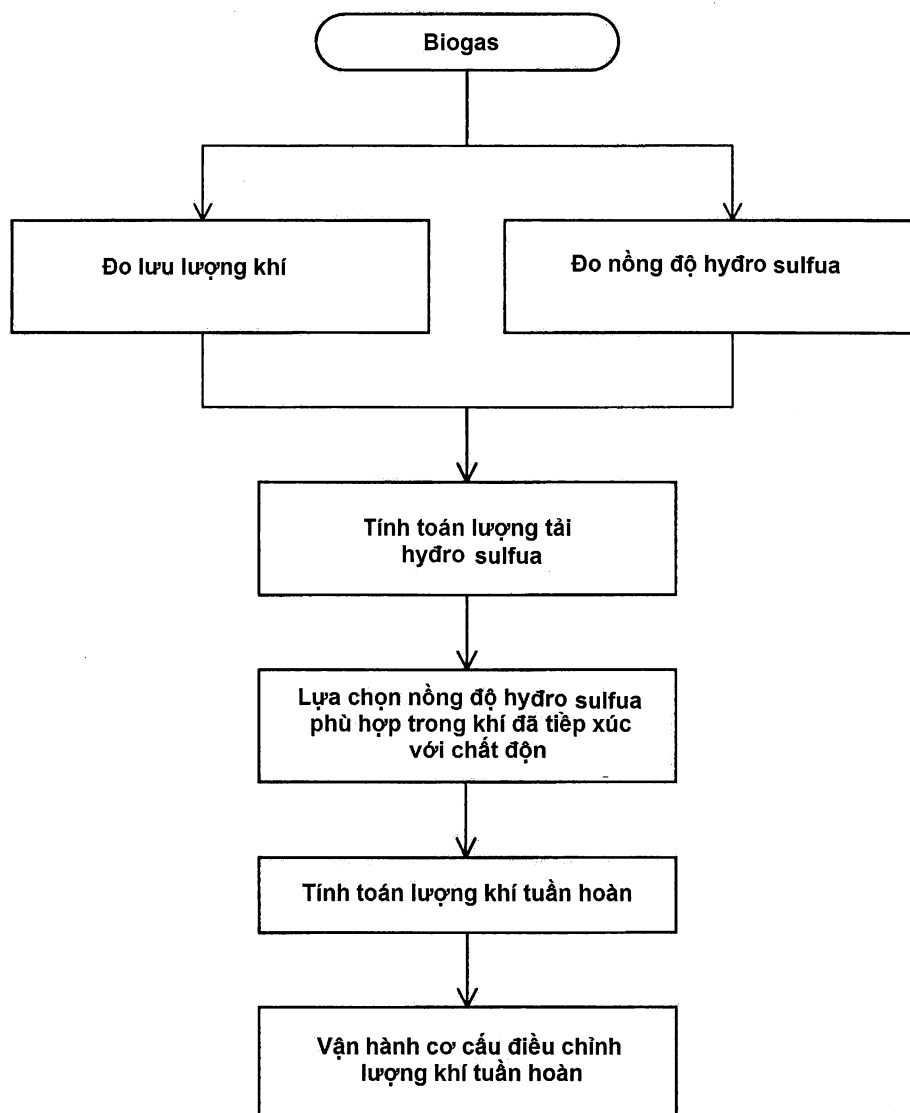


FIG.4B

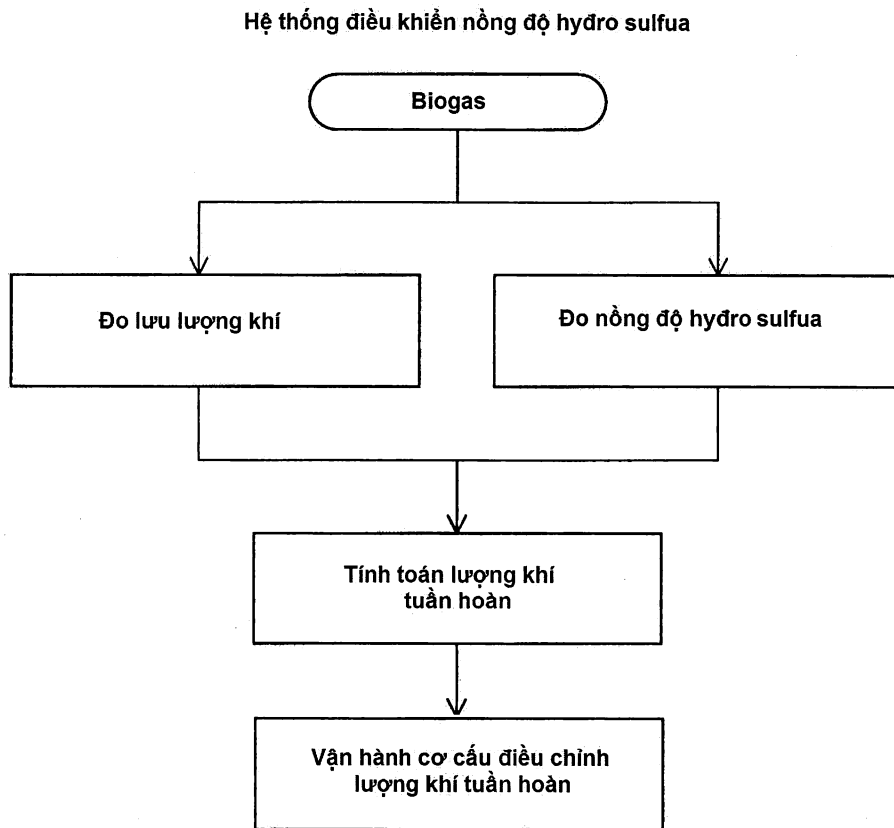


FIG.5

