



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002737

(51)⁷ **B01D 53/24; B01D 53/78; B01D 53/52;
B01D 53/18**

(13) **Y**

(21) 2-2018-00409

(22) 12/10/2018

(45) 25/11/2021 404

(43) 27/04/2020 385AHI

(73) Viện Công nghệ môi trường - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
Nhà A30, số 18 Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Đỗ Văn Mạnh (VN); Lê Xuân Thanh Thảo (VN); Trương Thị Hòa (VN); Nguyễn
Viết Hoàn (VN).

(54) **QUY TRÌNH LÀM SẠCH KHÍ SINH HỌC BẰNG THIẾT BỊ LY TÂM TỐC ĐỘ CAO
VỚI DUNG DỊCH KOH**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình làm sạch khí sinh học bao gồm bước cho
dung dịch hấp thụ KOH tiếp xúc với dòng khí sinh học trong thiết bị ly tâm, khác biệt ở
chỗ:

nồng độ C_{KOH} của dung dịch hấp thụ KOH bằng 0,001 M;

tỷ lệ giữa lượng khí sinh học cần làm sạch với lượng dung dịch hấp thụ cần cung cấp đi
vào thiết bị $Q_{G/L}$ bằng 30; và

tốc độ quay R_s của thiết bị ly tâm bằng 900 vòng/phút.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

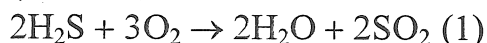
Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực kỹ thuật môi trường, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến việc sử dụng thiết bị ly tâm tốc độ cao (trên 1000 vòng/phút) kết hợp với dung dịch hấp thụ kali hydroxit (KOH) để loại bỏ các tạp chất khí có trong khí sinh học sinh ra từ quá trình phân hủy yếm khí như hydro sulfua (H_2S), cacbon đioxit (CO_2). Việc sử dụng kỹ thuật ly tâm kết hợp với dung dịch KOH ở tỷ lệ phù hợp giữa tốc độ, lưu lượng của khí sinh học và dung dịch hấp thụ giúp tăng tỷ lệ thành phần khí mê tan (CH_4) tinh sạch, giúp nâng cao hiệu suất đốt, không gây ăn mòn, phá hủy thiết bị đốt, tăng nhiệt trị và mang lại giá trị kinh tế cao.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trong những năm gần đây, trong bối cảnh nguồn tài nguyên thiên nhiên đang dần cạn kiệt thì khí sinh học được xem là một trong những nguồn năng lượng tái tạo có tiềm năng rất lớn và đang được khuyến khích phát triển tại Việt Nam. Quy trình công nghệ xử lý chất thải môi trường kết hợp thu khí sinh học đã được biết đến ở nước ta từ những năm 1960, trải qua trên 50 năm phát triển ở Việt Nam, khí sinh học ngày càng được phát triển rộng rãi từ quy mô sản xuất nhỏ, vài m^3 đã mở rộng sang quy mô sản xuất lớn vài nghìn đến vài chục nghìn m^3 , từ lĩnh vực chăn nuôi sang lĩnh vực công nghiệp, khu vực nông thôn sang khu vực thành thị. Nhiên liệu khí sinh học hiện đang được triển khai ứng dụng trên nhiều tỉnh thành trong cả nước và được xem là một trong những nguồn năng lượng sạch, đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế và góp phần đảm bảo an ninh năng lượng cho đất nước.

Thông thường, thành phần khí sinh học thu được bao gồm: 60 – 70% CH_4 , 30 – 40% CO_2 và dưới 1% H_2S (thường nằm trong khoảng 100 – 2000 ppm). Các khí khác như N_2 có thể đến 10%, H_2 có thể đến 2%. Trong đó, H_2S là một khí rất độc, khi hàm lượng khí H_2S cao trên 50 ppm sẽ gây ra hiện tượng ăn mòn kim loại tại

những vị trí mà nó tiếp xúc. Quá trình đốt cháy khí sinh học có chứa lưu huỳnh, có thể tạo thành SO_x (xem phản ứng 1), cũng là một khí rất độc cho con người (TCVN cho phép nồng độ SO_x là $0,3 \text{ mg/m}^3$).



CO_2 là khí thứ hai chiếm tỷ lệ lớn nhất trong khí sinh học, tuy không gây ăn mòn như H_2S nhưng sự có mặt với hàm lượng lớn của CO_2 sẽ làm giảm nhiệt trị của nhiên liệu khí sinh học.

Tại Việt Nam, trong 10 năm trở lại đây, đã có nhiều các nghiên cứu và ứng dụng thực tế về thu khí sinh học bằng quá trình phân hủy kỵ khí nước thải, phân gia súc, gia cầm, dùng để đun nấu, và chạy máy phát điện ở quy mô hộ gia đình và trang trại, tuy nhiên các đầu công suất phát điện đều ở mức thấp, thiết bị tách lọc khí chiếm diện tích lớn, công nghệ tách các thành phần hỗn tạp khí như SO_2 , CO_2 , H_2S chưa đạt hiệu quả cao, dẫn đến các thiết bị hay gặp sự cố và bị ăn mòn, nhanh hỏng, từ đó ảnh hưởng đến công suất phát điện.

Do đó, việc tìm ra phương pháp làm sạch, loại bỏ các thành phần tạp chất có trong hỗn hợp khí, tạo ra nguồn khí sinh học chất lượng để sử dụng là hết sức cần thiết.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Do có vấn đề nêu trên, mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất giải pháp làm sạch khí sinh học với hiệu quả cao hơn các giải pháp hiện nay tại Việt Nam, góp phần làm tăng tối đa khả năng tiếp xúc giữa dòng khí sinh học và dung dịch hấp thụ.

Để đạt được mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình làm sạch khí sinh học bao gồm bước cho dung dịch hấp thụ KOH tiếp xúc với dòng khí sinh học trong thiết bị ly tâm, khác biệt ở chỗ:

nồng độ C_{KOH} của dung dịch hấp thụ KOH bằng 0,001 M;

tỷ lệ giữa lượng khí sinh học cần làm sạch với lượng dung dịch hấp thụ cần cung cấp đi vào thiết bị $Q_{G/L}$ bằng 30; và

tốc độ quay R_s của thiết bị ly tâm bằng 900 vòng/phút.

Theo một khía cạnh của quy trình theo giải pháp hữu ích, thiết bị ly tâm bao gồm:

- khối quay (12) bố trí trong vỏ bọc (13);
- động cơ (11) để quay khối quay (12);
- bộ phận dẫn khí sinh học vào (14) bố trí trên thành của vỏ bọc (13);
- bộ phận dẫn khí sinh học ra (15) bố trí ở giữa nắp trên của vỏ bọc (13);
- bộ phận phân phối dung dịch hấp thụ vào (16) để phân phối dung dịch hấp thụ KOH vào phần giữa của khối quay (12); và
- bộ phận dẫn dung dịch hấp thụ ra (17) bố trí ở đáy của vỏ bọc (13).

Theo một khía cạnh của quy trình theo giải pháp hữu ích, khối quay (12) của thiết bị ly tâm bao gồm các vách sắp xếp ở bên trong theo cấu trúc dạng tổ ong.

Theo một khía cạnh của quy trình theo giải pháp hữu ích, dung dịch hấp thụ KOH được tuần hoàn tái sử dụng.

Hiệu quả của giải pháp hữu ích

Dưới tác dụng của động cơ quay khối quay với tốc độ cao, dung dịch hấp thụ KOH sẽ chuyển động ly tâm với tốc độ cao, giúp cho dung dịch hấp thụ KOH (pha lỏng) tiếp xúc với dòng khí sinh học đi vào (pha khí) hiệu quả hơn, hiệu suất hấp thụ cao. Đồng thời, với tốc độ ly tâm cao, dung dịch hấp thụ KOH sẽ không bị kéo ra ngoài theo dòng khí, nhờ vậy dòng khí sau xử lý có độ ẩm thấp.

Dung dịch hấp thụ KOH có thể được tuần hoàn tái sử dụng ở giá trị pH thích hợp (>7) hoặc thải ra để sử dụng cho mục đích khác như thu hồi thành phần kali để bổ sung vào phân bón cho cây trồng. Việc hiệu chỉnh công nghệ theo hướng này vừa hạn chế lượng CO_2 , H_2S đi vào khí quyển làm ô nhiễm thứ cấp không khí, vừa làm tăng thành phần khí metan trong hỗn hợp khí sinh học vừa tận dụng được thành phần dinh dưỡng K_2CO_3 , sinh ra bởi phản ứng giữa CO_2 và KOH, có lợi cho phân bón nông nghiệp, quay vòng lại cải tạo đất, góp phần nâng cao năng suất cây trồng.

Thiết bị ly tâm tốc độ cao theo giải pháp hữu ích hoàn toàn có thể thay thế các tháp tiếp xúc để làm sạch H_2S như vẫn thấy tại các nhà máy lọc dầu. Điểm mới của thiết bị này là nhỏ gọn, thời gian tiếp xúc phản ứng nhanh và tiết kiệm năng lượng.

Thiết bị ly tâm tốc độ cao theo giải pháp hữu ích phù hợp để phát triển sản xuất khí sinh học ở quy mô lớn, dễ dàng và chủ động trong vận hành. Thiết bị này hoàn toàn tích hợp tự động gắn với hệ thống thông qua bộ điều khiển để hoạt động một cách đồng bộ (khi có khí sinh học thiết bị sẽ tự động vận hành và làm sạch) nên tiết kiệm chi phí công lao động, qua đó mang lại hiệu quả kinh tế.

Quy trình theo giải pháp hữu ích đã loại bỏ được các thành phần tạp chất có trong khí sinh học, tạo ra nguồn khí sinh học chất lượng để phục vụ nhu cầu sử dụng năng lượng không chỉ mang ý nghĩa kinh tế - môi trường - xã hội mà còn là một bước ngoặt quan trọng trong lĩnh vực khoa học công nghệ nước nhà, tạo ra một sự phát triển bền vững, thân thiện môi trường trong bối cảnh ô nhiễm toàn cầu đang ở mức báo động và biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ gây ra những hậu quả khôn lường cho người dân. Khí sinh học được làm sạch có thể được sử dụng cho nhiều mục đích như cho động cơ ô tô, xe máy, máy phát điện, v.v., và để phục vụ cho các ngành kinh tế kỹ thuật khác.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ cấu tạo của thiết bị quay trọng lực tốc độ cao.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của quy trình làm sạch khí sinh học bằng thiết bị ly tâm tốc độ cao.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, quy trình theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết dựa vào phương án thực hiện ưu tiên để làm ví dụ.

Quy trình làm sạch khí sinh học theo giải pháp hữu ích bao gồm bước cho dung dịch hấp thụ KOH tiếp xúc với dòng khí sinh học trong thiết bị ly tâm 10, khác biệt ở chỗ:

nồng độ C_{KOH} của dung dịch hấp thụ KOH bằng 0,001 M;

tỷ lệ giữa lượng khí sinh học cần làm sạch với lượng dung dịch hấp thụ cần cung cấp đi vào thiết bị $Q_{G/L}$ bằng 30; và

tốc độ quay R_s của thiết bị ly tâm bằng 900 vòng/phút.

Như được thể hiện trên Hình 1 và Hình 2, thiết bị ly tâm 10 bao gồm khối quay 12 bố trí trong vỏ bọc 13; động cơ 11 để quay khối quay 12; bộ phận dẫn khí sinh học vào 14 bố trí trên thành của vỏ bọc 13; bộ phận dẫn khí sinh học ra 15 bố trí ở giữa nắp trên của vỏ bọc 13; bộ phận phân phối dung dịch hấp thụ vào 16 để phân phối dung dịch này vào phần tâm của khối quay 12; và bộ phận dẫn dung dịch hấp thụ ra 17 bố trí ở đáy của vỏ bọc 13.

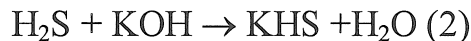
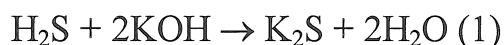
Điểm khác biệt của thiết bị ly tâm theo giải pháp hữu ích đó là khối quay 12 bao gồm các vách bằng vật liệu không bị ăn mòn và rỉ sét được sắp xếp theo cấu trúc tổ ong, nhờ đó làm cho dung dịch hấp thụ KOH và khí sinh học được tiếp xúc triệt để hơn và phản ứng diễn ra nhanh hơn giúp cho quá trình loại bỏ H_2S , CO_2 được tốt hơn.

Khí sinh học cần làm sạch có thể là khí sinh ra từ quá trình phân hủy chất hữu cơ hoặc chất thải hữu cơ.

Hình 2 thể hiện sơ đồ của quy trình làm sạch khí sinh học sinh ra từ hệ thống phân hủy bùn hữu cơ bằng thiết bị ly tâm tốc độ cao để làm ví dụ. Bùn được bơm từ bể chứa bùn hữu cơ 20 vào bể tiền xử lý 21, tại đây bùn được bổ sung vi sinh vật và điều chỉnh độ pH cho phù hợp bằng axit chứa trong bể chứa axit 22. Sau đó, bùn tiếp tục được bơm sang bể phân hủy yếm khí 23 và được điều chỉnh độ pH bằng kiềm chứa trong bể chứa kiềm 24. Việc điều chỉnh độ pH tại bể tiền xử lý và bể phân hủy yếm khí để tạo môi trường tối ưu cho từng quá trình xử lý được hỗ trợ bởi cảm biến điều chỉnh pH. Tại bể phân hủy yếm khí, bùn hữu cơ được lấy mẫu để phân tích các chỉ tiêu pH, VS, TOC, COD, T-N, độ ẩm để tính toán chuẩn hóa cho quá trình phân hủy yếm khí để thu được hiệu suất khí sinh học cao. Cũng tại bể phân hủy yếm khí, bùn được tính toán để bơm liên tục từ bể chứa bùn và đạt thời gian lưu trong bể này là 25 ngày. Khí sinh học thô sinh ra được thu gom và chứa trong bồn chứa khí thô 26 nhờ chênh lệch áp suất tự nhiên. Để đảm bảo tiêu chuẩn khí sinh

học chạy máy phát điện, khí sinh học thô sẽ được loại bỏ các tạp chất khí chính như H_2S , CO , xilosan, mercaptan, v.v., bằng dung dịch hấp thụ KOH qua thiết bị ly tâm tốc độ cao 10. Khí sinh học thô trong bồn chứa khí thô 26 được máy thổi khí 27 hút và đẩy vào thiết bị ly tâm 10 với tốc độ và lưu lượng ổn định dựa trên khả năng lượng khí mê tan (CH_4) được sinh ra từ nguồn hữu cơ. Trong thiết bị này, dung dịch hấp thụ KOH từ bể chứa KOH 28 được cấp vào qua bộ phận phân phối dung dịch hấp thụ vào 16 nhờ bơm 29. Dưới tác dụng của động cơ 11, khối quay 12 quay với tốc độ cao làm cho dung dịch hấp thụ KOH chuyển động ly tâm với tốc độ cao, nhờ đó dung dịch hấp thụ KOH (pha lỏng) tiếp xúc dòng khí sinh học thô đi vào (pha khí) hiệu quả hơn, hiệu suất hấp thụ cao. Trong quá trình tiếp xúc, các khí tạp trong khí sinh học thô như H_2S , CO_2 được hấp thụ vào dung dịch hấp thụ KOH theo các phản ứng sau:

Khí H_2S có trong dòng khí sinh học khi tiếp xúc với KOH sẽ được hấp thụ và tạo ra các muối K_2S (phản ứng 1) hoặc muối KHS (phản ứng 2) dưới đây:



Khí CO_2 có trong dòng khí sinh học khi tiếp xúc với KOH sẽ tạo ra muối K_2CO_3 (phản ứng 3) dưới đây:



Sau phản ứng, dung dịch hấp thụ sẽ được tuần hoàn tái sử dụng. Khí sinh học sau khi được làm sạch tiếp tục được đưa sang bồn chứa khí sạch 30 nhờ áp dư từ máy thổi khí 27, bồn chứa khí nén 32 nhờ máy nén khí 31, bồn điều áp 33 và từ đây khí này có thể được sử dụng cho máy phát điện 34 hoặc cho các mục đích cần thiết khác.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Trong ví dụ này, khí sinh học sẽ được loại bỏ thành phần H_2S để đảm bảo tiêu chuẩn khí sinh học chạy máy phát điện theo tiêu chuẩn Châu Âu (Bảng 1).

Bảng 1. Chất lượng khí sinh học theo tiêu chuẩn Châu Âu dùng cho máy phát điện

Thông số	Đơn vị	Giới hạn
CH ₄	%	≥ 85
H ₂ S	ppm	≤ 50

Để đảm bảo tiêu chuẩn này, khí sinh học sẽ được loại bỏ H₂S bằng dung dịch hấp thụ KOH qua thiết bị ly tâm 10. Khí sinh học thô được đưa vào thiết bị ly tâm 10 với tốc độ và lưu lượng ổn định thông qua bộ điều chỉnh. Các thông số thực nghiệm được thể hiện trong Bảng 2. Mỗi thí nghiệm được tiến hành trong 45 phút và lặp lại 9 lần. Khí sinh học thô cần làm sạch được lấy từ hệ thống phân hủy bùn hữu cơ yếm khí, bùn được lấy từ hệ thống xử lý nước thải ngành chế biến thủy sản tại thành phố Đà Nẵng. Sơ đồ hệ thống phân hủy yếm khí như được mô tả trên Hình 2.

Kết quả thực nghiệm làm sạch khí sinh học đã cho thấy với giá trị nồng độ H₂S đầu vào là khoảng 900 ppm, sau khi vận hành thiết bị ly tâm với tốc độ quay lần lượt là 600; 900 và 1200 vòng/phút thì hiệu quả làm sạch đạt xấp xỉ đạt 95; 96 và 92%. Đối chiếu với tiêu chuẩn về chất lượng khí sinh học sử dụng cho máy phát điện, ngưỡng H₂S cho phép là ≤50 ppm, thì với tốc độ quay 1200 vòng/phút, chất lượng khí sinh học sau xử lý vẫn chưa đảm bảo để sử dụng. Do tốc độ quay lớn, nên việc tiếp xúc giữa pha lỏng và pha khí diễn ra quá nhanh, các chất phản ứng chưa kịp phản ứng hết, dẫn đến nồng độ H₂S sau xử lý vẫn cao.

Bảng 2. Các thông số thực nghiệm

Thông số	Đơn vị	Giá trị
<i>Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch hấp thụ</i>		
$C_{KOH}(M)$		
H ₂ S	ppm	804
Q _G	l/phút	2,5
Q _{G/L}	-	30
R _s	vòng/phút	600
C _{KOH}	M	0,00001; 0,0001; 0,001
<i>Ảnh hưởng của tỷ lệ Q_{G/L}</i>		
H ₂ S	ppm	858
Q _G	l/phút	2,5

R_s	vòng/phút	600
C_{KOH}	M	0,001
$Q_{G/L}$	-	10; 30; 50
<i>Ảnh hưởng của tốc độ quay R_s</i>		
H_2S	ppm	900
Q_G	l/phút	2,5
C_{KOH}	M	0,001
$Q_{G/L}$	-	30
R_s	vòng/phút	600; 900; 1200

Qua quá trình thực nghiệm, tác giả đã lựa chọn được bộ thông số kỹ thuật thích hợp, đem lại hiệu quả làm sạch khí sinh học phù hợp nhất khi áp dụng kỹ thuật ly tâm tốc độ cao là:

Nồng độ C_{KOH} của dung dịch hấp thụ KOH bằng 0,001 M;

Tỷ lệ giữa lượng khí sinh học cần làm sạch với lượng dung dịch hấp thụ cần cung cấp đi vào thiết bị $Q_{G/L}$ bằng 30; và

Tốc độ quay R_s của thiết bị ly tâm bằng 900 vòng/phút.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình làm sạch khí sinh học bao gồm bước cho dung dịch hấp thụ KOH tiếp xúc với dòng khí sinh học trong thiết bị ly tâm, khác biệt ở chỗ:

nồng độ C_{KOH} của dung dịch hấp thụ KOH bằng 0,001 M;

tỷ lệ giữa lượng khí sinh học cần làm sạch với lượng dung dịch hấp thụ cần cung cấp đi vào thiết bị $Q_{\text{G/L}}$ bằng 30; và

tốc độ quay R_s của thiết bị ly tâm bằng 900 vòng/phút.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó thiết bị ly tâm bao gồm:

khối quay (12) bố trí trong vỏ bọc (13);

động cơ (11) để quay khối quay (12);

bộ phận dẫn khí sinh học vào (14) bố trí trên thành của vỏ bọc (13);

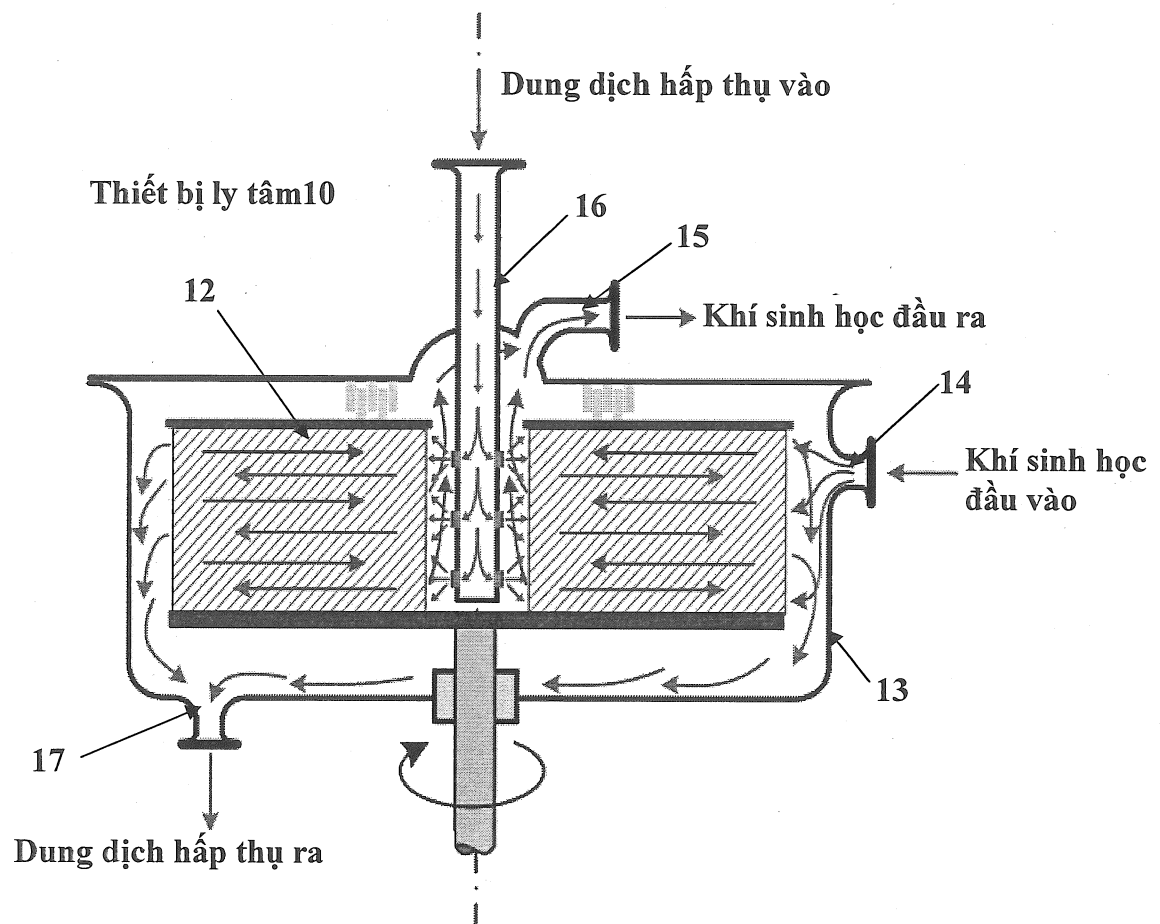
bộ phận dẫn khí sinh học ra (15) bố trí ở giữa nắp trên của vỏ bọc (13);

bộ phận phân phối dung dịch hấp thụ vào (16) để phân phối dung dịch này vào phần tâm của khối quay (12); và

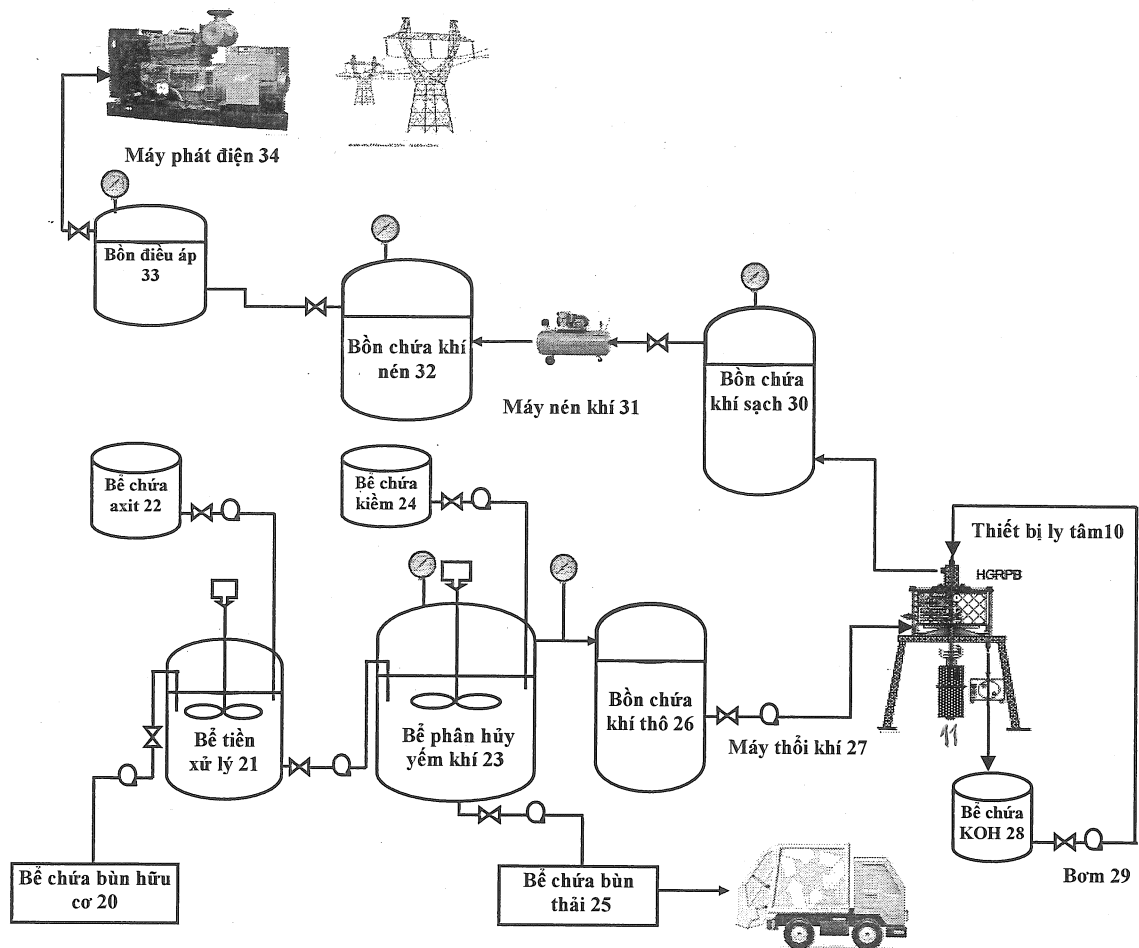
bộ phận dẫn dung dịch hấp thụ ra (17) bố trí ở đáy của vỏ bọc (13).

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó khối quay (12) của thiết bị ly tâm bao gồm các vách sắp xếp theo dạng cấu trúc tổ ong.

4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó dung dịch hấp thụ KOH được tuần hoàn tái sử dụng.



Hình 1



Hình 2