



(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)



2-0003400

(51) **C02F 1/20; C02F 101/16; C02F 1/66; B01D**
2020.01 **53/58**

(13) **Y**

(21) 2-2021-00359

(22) 31/08/2021

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/11/2021 404

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

(72) Đỗ Văn Mạnh (VN); Nguyễn Viết Toàn (VN).

(54) QUY TRÌNH PHÂN TÁCH VÀ THU HỒI AMONI (NH_4^+) TRONG NƯỚC THẢI NHỜ
SỬ DỤNG THIẾT BỊ VẬT LIỆU ĐỆM QUAY LY TÂM

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước
thải nhờ sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm, bao gồm các công đoạn sau:

(i) điều chỉnh nâng độ pH của nước thải cần xử lý lên 10,5;

(ii) loại bỏ amoniac (NH_3) tồn tại trong nước thải có độ pH=10,5 nhờ sử dụng thiết bị
vật liệu đệm quay ly tâm có kết cấu và chế độ hoạt động thích hợp, thông qua quá trình
chuyển pha để chuyển NH_3 từ pha lỏng sang pha khí giữa các hạt nước nhỏ li ti của dòng
nước thải khi đi qua khối vật liệu đệm và dòng không khí đi vào theo hướng ngược chiều,
dòng không khí cuốn theo NH_3 đi vào khoảng không gian trung tâm và đi ra ngoài qua ống
trung tâm dẫn khí ra, nước thải đã loại bỏ amoniac được xả ra ngoài theo ống dẫn nước ra;
và

(iii) điều chỉnh giảm độ pH của nước thải sau xử lý tách amoniac về 7,5.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

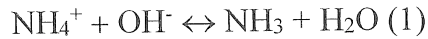
Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực kỹ thuật môi trường, cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải ở điều kiện pH cao nhờ sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm kết hợp với thổi không khí. Độ pH của nước thải ảnh hưởng đến dạng tồn tại của amoni trong nước gồm ion amoni (NH_4^+) và khí amoniac (NH_3) hòa tan. Nước thải có độ pH cao thì khí amoniac sẽ hình thành và chiếm ưu thế, trong khi độ pH thấp thì ion amoni lại chiếm ưu thế. Điều chỉnh độ pH nước thải lên cao và sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm, cùng với tỷ lệ giữa lưu lượng không khí và nước thải phù hợp sẽ giúp phân tách và thu hồi được amoni trong nước thải, hướng đến giảm tổng nitơ Kendal (TNK) trong nước thải và đồng thời thu hồi được lượng nitơ của amoni trong nước thải để làm phục vụ cho nông nghiệp, mang lại giá trị kinh tế cao.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh chóng là nguyên nhân chính gây ô nhiễm nguồn nước. Nước thải có chứa amoni thải vào môi trường khi chưa qua xử lý đã được chứng minh là gây ra tác động tiêu cực đến chất lượng nguồn nước, sức khỏe con người và hệ sinh thái. Chính vì vậy, việc phân tách và thu hồi amoni trong nước là rất quan trọng và cần thiết. Trên thế giới, phương pháp làm thoáng (stripping) đã được nghiên cứu, ứng dụng phổ biến trên thực tế để phân tách và thu hồi amoni trong nước thải. Phương pháp làm thoáng dựa trên nguyên tắc: chuyển hóa toàn bộ amoni trong nước thải từ dạng NH_4^+ thành NH_3 ; và sau đó thực hiện chuyển pha lỏng- khí của khí NH_3 trong pha lỏng (nước thải) khi tiếp xúc với pha khí (không khí).

Trong nước thải, độ pH sẽ ảnh hưởng đến dạng tồn tại của amoni: dạng ion amoni (NH_4^+) và khí amoniac (NH_3) hòa tan. Hai dạng này tồn tại ở trạng thái cân bằng động theo phương trình (1). Theo đó, khi $\text{pH} < 7$ chỉ có các ion NH_4^+ tồn tại trong nước thải; và

khi $\text{pH} > 7$ thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều hướng hình thành khí NH_3 hòa tan trong nước thải.



Như vậy để loại NH_4^+ trong nước thải cần phải chuyển NH_4^+ thành NH_3 ở dạng khí hòa tan, đồng thời phải tạo điều kiện chuyển nhanh khí hòa tan từ pha lỏng sang không khí. Để thực hiện điều đó, nước thải cần nâng $\text{pH} > 7$ và cho nước thải tiếp xúc với dòng không khí lớn và di chuyển liên tục. Quá trình chuyển pha của khí NH_3 trong pha nước sang pha khí diễn ra trên bề mặt tiếp xúc giữa dòng nước và dòng khí.

Tại Việt Nam, trong 15 năm trở lại đây, mới chỉ có nghiên cứu và ứng dụng thực tế về tháp làm thoáng (stripping) để loại amoni ra khỏi nước rỉ rác. Trong tháp làm thoáng này, vật liệu đệm, thường bằng nhựa polyvinyl clorua (PVC) được sử dụng để tăng tiếp xúc giữa nước thải và không khí, nước thải đi từ trên xuống dưới qua lớp vật liệu đệm trong khi không khí đi từ dưới lên. Vật liệu đệm được đóng gói thành cột, giữ cố định ở tầng giữa của tháp, có chiều cao nên tháp có diện tích, chiều cao lớn, yêu cầu quạt cấp khí có áp lực phải cao nên gây tốn kém năng lượng, đồng thời kỹ thuật phân phối khí không đều trên bề mặt cắt ngang của tháp. Vì vậy, nhược điểm là hiệu suất xử lý thấp trong khi thời gian xử lý kéo dài.

Do đó, việc tìm ra giải pháp phân tách và thu hồi amoni trong nước thải với hiệu suất cao, thời gian xử lý ngắn, tiết kiệm năng lượng và diện tích xây dựng là hết sức cần thiết.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất giải pháp phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải với hiệu quả cao mà thời gian xử lý ngắn hơn so với các giải pháp đã biết hiện nay tại Việt Nam.

Mục đích khác nữa của giải pháp hữu ích là định hướng trong việc thu hồi lượng nitơ amoni trong nước thải đã được phân tách ở dạng NH_3 trong dòng khí, để ứng dụng trong các lĩnh vực công nghiệp.

Để đạt được các mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất các giải pháp như sau:

[1] Quy trình phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải nhờ sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm, quy trình này bao gồm các công đoạn sau:

(i) điều chỉnh nâng độ pH của nước thải bằng cách dẫn nước thải cần xử lý vào bể điều chỉnh pH có gắn cánh khuấy và hòa trộn với dung dịch kiềm để nâng độ pH của nước thải lên 10,5;

(ii) loại bỏ amoniac (NH_3) ra khỏi nước thải bằng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm, bằng cách bơm nước thải có độ pH=10,5 vào thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm thông qua ống trung tâm dẫn nước vào thiết bị, và thực hiện quá trình chuyển pha để chuyển NH_3 từ pha lỏng sang pha khí giữa các hạt nước nhỏ li ti được tạo ra khi dòng nước thải đi qua khối vật liệu đệm và dòng không khí đi vào theo hướng ngược chiều, dòng không khí cuốn theo NH_3 đi vào khoảng không gian trung tâm và đi ra ngoài qua ống trung tâm dẫn khí ra, nước thải đã loại bỏ amoniac được xả ra ngoài theo ống dẫn nước ra,

trong đó khối vật liệu đệm dạng bánh có độ rỗng 80%, được tạo ra từ các sợi hợp kim thép không gỉ với đường kính 0,5mm, được đan thành các mắt lưới, xếp lớp chồng và so le nhau, và trong đó:

tỉ lệ giữa lưu lượng không khí và lưu lượng nước thải được cấp vào thiết bị tại cùng thời điểm (Q_G/Q_L) là 3.000,

tốc độ vòng quay (ω) của khối vật liệu đệm là 1.500 vòng/phút,

thời gian lưu nước trong thiết bị quay ly tâm (T) là 0,014 giờ,

hiệu suất phân tách và thu hồi NH_4^+ trong nước thải là 76,7%; và

(iii) điều chỉnh giảm độ pH của nước thải sau xử lý tách amoniac: dẫn nước thải đã loại bỏ amoni về bể trung hòa, trong đó nước thải được hòa trộn với axit nhờ cánh khuấy để điều chỉnh độ pH của nước thải về 7,5.

[2] Quy trình theo điểm 1, trong đó dòng không khí cuốn theo NH_3 thoát ra còn được xử lý bằng dòng dung dịch hấp thụ H_2SO_4 , để thu hồi NH_3 dưới dạng sản phẩm là $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, còn dòng khí sạch được xả ra ngoài môi trường.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Giải pháp hữu ích sẽ được hiểu đầy đủ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây trên cơ sở tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ thể hiện cấu tạo tổng thể của thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm;

Hình 2 là hình vẽ thể hiện quy trình phân tách và thu hồi amoni trong nước thải theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm

Hình 1 thể hiện kết cấu tổng thể của thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm được sử dụng trong quy trình phân tách và thu hồi amoni trong nước thải theo giải pháp hữu ích. Thiết bị về cơ bản bao gồm các bộ phận chính: khối vỏ đứng yên 1; khối vật liệu đệm 2; ống trung tâm dẫn nước vào 3; ống dẫn nước ra 4; ống dẫn khí vào 5; ống trung tâm dẫn khí ra 6; động cơ và bộ điều chỉnh tốc độ quay 7.

Nguyên lý hoạt động của thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm được mô tả như sau: nước thải được bơm cấp vào ống trung tâm dẫn nước vào 3 của thiết bị có đục lỗ, dưới áp lực bơm, nước thải được phun thành tia ra xung quanh ở trung tâm của khối vật liệu đệm 2. Nhờ động cơ, khối vật liệu đệm này được chuyển động quay ly tâm quanh trục giữa thiết bị và sẽ xé dòng nước thải thành những hạt nhỏ li ti nhờ vật liệu đệm dạng sợi bên trong, từ đó giúp tăng diện tích tiếp xúc giữa dòng lỏng và dòng khí, khi này sức căng bề mặt tại mặt phân cách không khí-nước thải là tối thiểu, quá trình chuyển pha để chuyển NH_3 trong pha lỏng (nước thải) sang pha khí (không khí) diễn ra với tốc độ tối đa. Đồng thời, khi khối vật liệu đệm 2 chuyển động quay quanh trục sẽ tạo ra trường lực ly tâm bên trong khối vật liệu đệm này, giúp cho nước thải văng ra khỏi tâm thiết bị, trong khi đó không khí vẫn được cấp vào tâm thiết bị theo ống dẫn khí vào 5 và cuốn theo NH_3 thoát ra ngoài qua ống trung tâm dẫn khí ra 6.

Điểm khác biệt của thiết bị là sử dụng khối vật liệu đệm 2 đóng thành dạng bánh và chuyển động quay ly tâm; Khối vật liệu đệm dạng bánh có độ rỗng 80%, bên trong là các sợi hợp kim thép không gỉ với đường kính 0,5mm, các sợi được đan thành các mắt lưới, xếp lớp chồng và so le nhau. Nhờ cấu trúc khối vật liệu đệm như đã nêu và chuyển động quay mà dòng nước thải được xé nhỏ trong khi không khí vẫn có thể đi qua, nên vừa đạt được hiệu quả chuyển pha NH_3 từ các hạt nước nhỏ sang dòng khí tốt nhất, đồng thời vừa đảm bảo không xảy ra tình trạng tắc nghẽn bên trong thiết bị.

Quy trình phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải

Như được thể hiện trên Hình 2, theo một phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích, nước thải chứa nito amoni cần xử lý, được đưa vào bể điều chỉnh pH, tại đây nhờ các cánh khuấy, nước thải được khuấy trộn với dung dịch kiềm, chẳng hạn như NaOH được bơm vào để đạt giá trị pH=10,5, là độ pH cho phép chuyển đổi NH_4^+ thành NH_3 ở dạng khí hòa tan trong nước thải. Tiếp đến, nước thải có độ pH=10,5 được bơm tăng áp cấp vào thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm kết hợp với không khí được thổi vào với tốc độ và lưu lượng ổn định, để phân tách và thu hồi khí NH_3 trong nước thải nhờ quá trình chuyển từ pha lỏng sang pha khí của NH_3 . Dưới áp lực của bơm, dòng nước thải được phun thành tia ra xung quanh ở trung tâm của khối vật liệu đệm quay ly tâm. Nhờ kết cấu và chuyển động quay ly tâm của khối vật liệu đệm giữa thiết bị, dòng nước thải bị xé thành những hạt nước nhỏ li ti, từ đó giúp tăng diện tích tiếp xúc pha giữa dòng lỏng và dòng khí, đẩy nhanh quá trình chuyển pha của NH_3 trong pha lỏng (nước thải) sang pha khí (không khí). Đồng thời, khi khối vật liệu đệm chuyển động quay quanh trục sẽ tạo ra trường lực ly tâm bên trong khối vật liệu đệm, giúp cho nước thải văng ra khỏi tâm thiết bị, trong khi đó dòng không khí vẫn đi vào tâm thiết bị và kéo theo khí NH_3 trong nước thải ra ngoài thông qua ống trung tâm dẫn khí ra.

Nước thải đã được loại bỏ NH_4^+ sau khi ra khỏi thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm có độ pH cao có thể được trung hòa bằng axit, chẳng hạn như H_2SO_4 để giảm về giá trị độ pH=7,5 trong bể điều chỉnh pH thứ cấp, trước khi qua các công đoạn xử lý cần thiết tiếp theo để đạt yêu cầu xả thải. Quá trình điều chỉnh pH được kiểm soát bằng cảm biến và bộ điều khiển pH.

Trong khi đó, dòng khí cuốn theo NH_3 thoát ra được đưa vào thiết bị hấp thụ, trong đó dòng khí này được chuyển động từ dưới lên và ngược chiều với dung dịch hấp thụ được phun từ trên xuống qua dàn các béc phun, chẳng hạn như H_2SO_4 để thu hồi NH_3 dưới dạng sản phẩm là muối amoni sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, còn dòng khí sạch thoát ra ngoài từ đỉnh thiết bị hấp thụ. Muối amoni sulfat là hợp chất hóa học có tính ứng dụng cao trong cuộc sống, là thành phần chính để làm phân bón nông nghiệp, nâng cao năng suất cây trồng ở những vùng đất kiềm.

Quy trình phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải ở điều kiện độ pH cao nhờ sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm hoàn toàn có thể thay thế các tháp stripping vẫn thường được sử dụng tại các hệ thống xử lý nước rỉ rác; điểm mới của quy trình theo giải pháp hữu ích là sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm với kết cấu và chế độ hoạt động thực nghiệm tối ưu để tăng cường quá trình chuyển pha, phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải ở điều kiện pH cao với thời gian xử lý ngắn, kích thước nhỏ gọn, tiết kiệm diện tích, năng lượng và vận hành đơn giản. Quy trình theo giải pháp hữu ích hoạt động đơn giản, có thể được tích hợp tự động hóa, tiết kiệm chi phí nhân công, mang lại hiệu quả kinh tế; đồng thời hiệu suất xử lý hoàn toàn có thể được kiểm soát bằng thiết bị thông minh, đáp ứng với xu hướng công nghiệp 4.0. Đặc biệt, quy trình này cũng rất phù hợp khi ứng dụng ở quy mô lớn cho việc phân tách và thu hồi amoni trong nước thải công nghiệp của nhà máy sản xuất sô đa, nước rỉ rác và các loại nước thải khác có chứa nồng độ amoni cao.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Để kiểm chứng quy trình phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải nhờ sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm, mô hình thực nghiệm được tiến hành tại Phòng thí nghiệm của Viện Công nghệ môi trường theo sơ đồ của quy trình công nghệ mô tả tại Hình 2: sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm để xử lý nước thải sinh hoạt với nồng độ NH_4^+ ban đầu $[\text{NH}_4^+]=100\pm 7,9$ mg/l. Nước thải được điều chỉnh $\text{pH}=10,5\pm 0,1$ trước khi đưa vào thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm với tốc độ và lưu lượng ổn định. Các thông số thực nghiệm được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây.

Thông số	Đơn vị	Giá trị
<i>Ảnh hưởng của tỉ lệ Q_G/Q_L</i>		
$[NH_4^+]$	mg/l	$100 \pm 7,9$
pH	-	$10,5 \pm 0,1$
ω	vòng/phút	900
T	giờ	0,014
Q_L	lít/phút	0,1
$Q_{G/L}$	-	150; 300 ; 500 ; 750 ; 1.000 ; 1.500 ; 2.000 ; 2.500 ; 3.000
<i>Ảnh hưởng của tốc độ vòng quay ω</i>		
$[NH_4^+]$	mg/l	$100 \pm 7,9$
pH	-	$10,5 \pm 0,1$
T	giờ	0,014
Q_L	lít/phút	0,1
$Q_{G/L}$	-	3.000
ω	vòng/phút	300 ; 600 ; 900 ; 1.200 ; 1.500

Bảng 1

Trong đó: Q_G – Lưu lượng dòng không khí đưa vào thiết bị (lít/phút); Q_L – Lưu lượng dòng nước thải đưa vào thiết bị (lít/phút); Q_G/Q_L – Tỉ lệ lưu lượng dòng không khí và dòng nước thải được cấp vào thiết bị tại cùng thời điểm; T – Thời gian nước thải được xử lý (thời gian lưu nước thải) trong thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm (giờ); ω - tốc độ vòng quay của khối vật liệu đệm (vòng/phút). K_{La} – Hệ số chuyển khối (h^{-1}). Mỗi thí nghiệm được tiến hành trong 15 phút và lặp lại 3 lần.

Qua quá trình khảo sát thực nghiệm, các tác giả giải pháp hữu ích này đã đưa ra được các thông số vận hành tối ưu của quy trình theo giải pháp hữu ích để cho phép phân tách được lượng amoni (NH_4^+) trong nước thải với hiệu suất cao trong thời gian

cực ngắn, cụ thể là, đạt hiệu suất phân tách và thu hồi NH_4^+ trong nước thải là 76,7% (tương ứng với thời gian lưu nước thải $T=0,014\text{h}$; hệ số chuyển khối $K_{La}=15,91\text{ h}^{-1}$) ở tỉ lệ $Q_G/Q_L=3.000$, tốc độ vòng quay của khối vật liệu đệm $\omega=1.500$ vòng/phút và giá trị độ pH của nước thải được cấp vào thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm là 10,5.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng, phương án ưu tiên theo giải pháp hữu ích được mô tả trên đây chỉ nhằm mục đích minh họa, mà không làm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực hoàn toàn có thể dễ dàng thực hiện các cải biến thông thường cho kết cấu thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm và các công đoạn của quy trình theo giải pháp hữu ích, mà hoàn toàn không vượt quá phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích này.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Như đã thể hiện ở trên, quy trình theo giải pháp hữu ích cho phép phân tách được phần lớn lượng amoni (NH_4^+) trong nước thải với hiệu suất cao trong thời gian cực ngắn, giúp tiết kiệm chi phí vận hành, giảm kích thước thiết bị, diện tích và không gian lắp đặt xây dựng, cũng như thu hồi lượng nitơ có trong nước thải để ứng dụng trong nông nghiệp bằng cách hấp thụ khí NH_3 trong dòng nước thải đã được cuốn theo dòng khí. Quy trình phân tách và thu hồi amoni trong nước thải cung cấp một giải pháp mới để xử lý lượng nitơ gây ô nhiễm trong nước thải, không chỉ mang ý nghĩa kinh tế-môi trường-xã hội mà còn là cải tiến quan trọng trong lĩnh vực kỹ thuật môi trường mà trọng tâm chính là công nghệ xử lý nước thải, giúp giảm thiểu ô nhiễm đồng thời hướng đến nền kinh tế tuần hoàn, phát triển bền vững.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình phân tách và thu hồi amoni (NH_4^+) trong nước thải nhờ sử dụng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm, quy trình này bao gồm các công đoạn sau:

(i) điều chỉnh nâng độ pH của nước thải bằng cách dẫn nước thải cần xử lý vào bể điều chỉnh pH có gắn cánh khuấy và hòa trộn với dung dịch kiềm để nâng độ pH của nước thải lên 10,5;

(ii) loại bỏ amoniac (NH_3) ra khỏi nước thải bằng thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm, bằng cách bơm nước thải có độ pH=10,5 vào thiết bị vật liệu đệm quay ly tâm thông qua ống trung tâm dẫn nước vào thiết bị, và thực hiện quá trình chuyển pha để chuyển NH_3 từ pha lỏng sang pha khí giữa các hạt nước nhỏ li ti được tạo ra khi dòng nước thải đi qua khối vật liệu đệm và dòng không khí đi vào theo hướng ngược chiều, dòng không khí cuốn theo NH_3 đi vào khoảng không gian trung tâm và đi ra ngoài qua ống trung tâm dẫn khí ra, nước thải đã loại bỏ amoniac được xả ra ngoài theo ống dẫn nước ra,

trong đó khối vật liệu đệm dạng bánh có độ rỗng 80%, được tạo ra từ các sợi hợp kim thép không gỉ với đường kính 0,5mm, được đan thành các mắt lưới, xếp lớp chồng và so le nhau, và trong đó:

tỉ lệ giữa lưu lượng không khí và lưu lượng nước thải được cấp vào thiết bị tại cùng thời điểm (Q_G/Q_L) là 3.000,

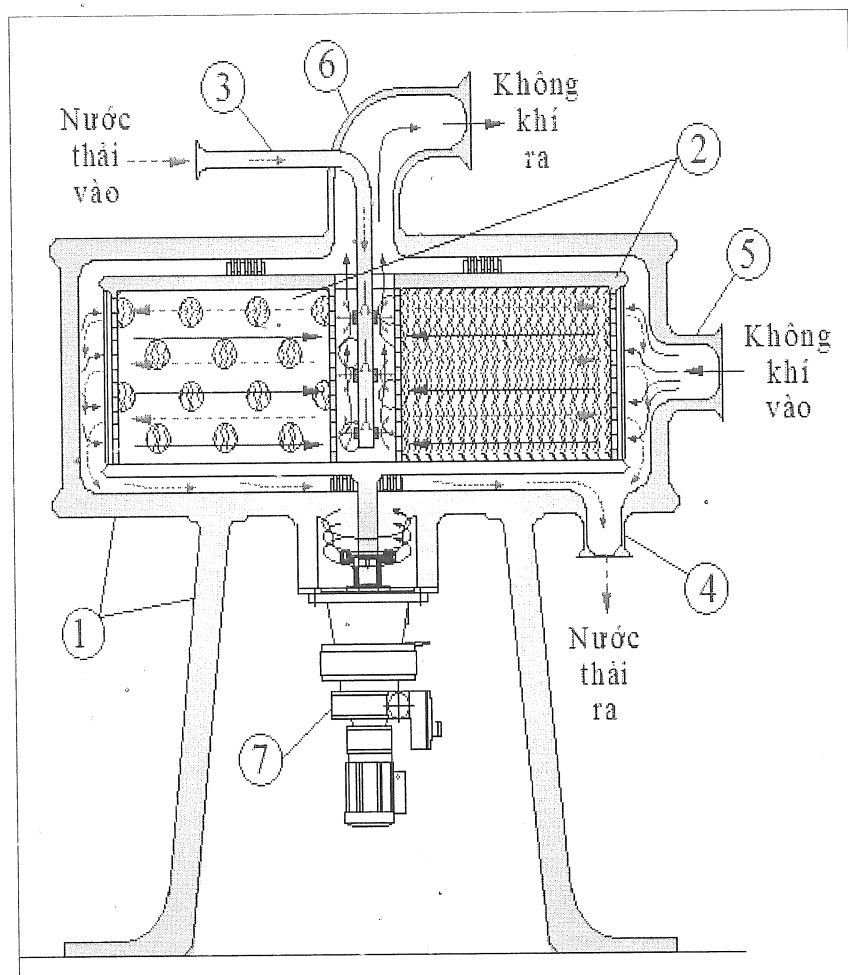
tốc độ vòng quay (ω) của khối vật liệu đệm là 1.500 vòng/phút,

thời gian lưu nước trong thiết bị quay ly tâm (T) là 0,014 giờ,

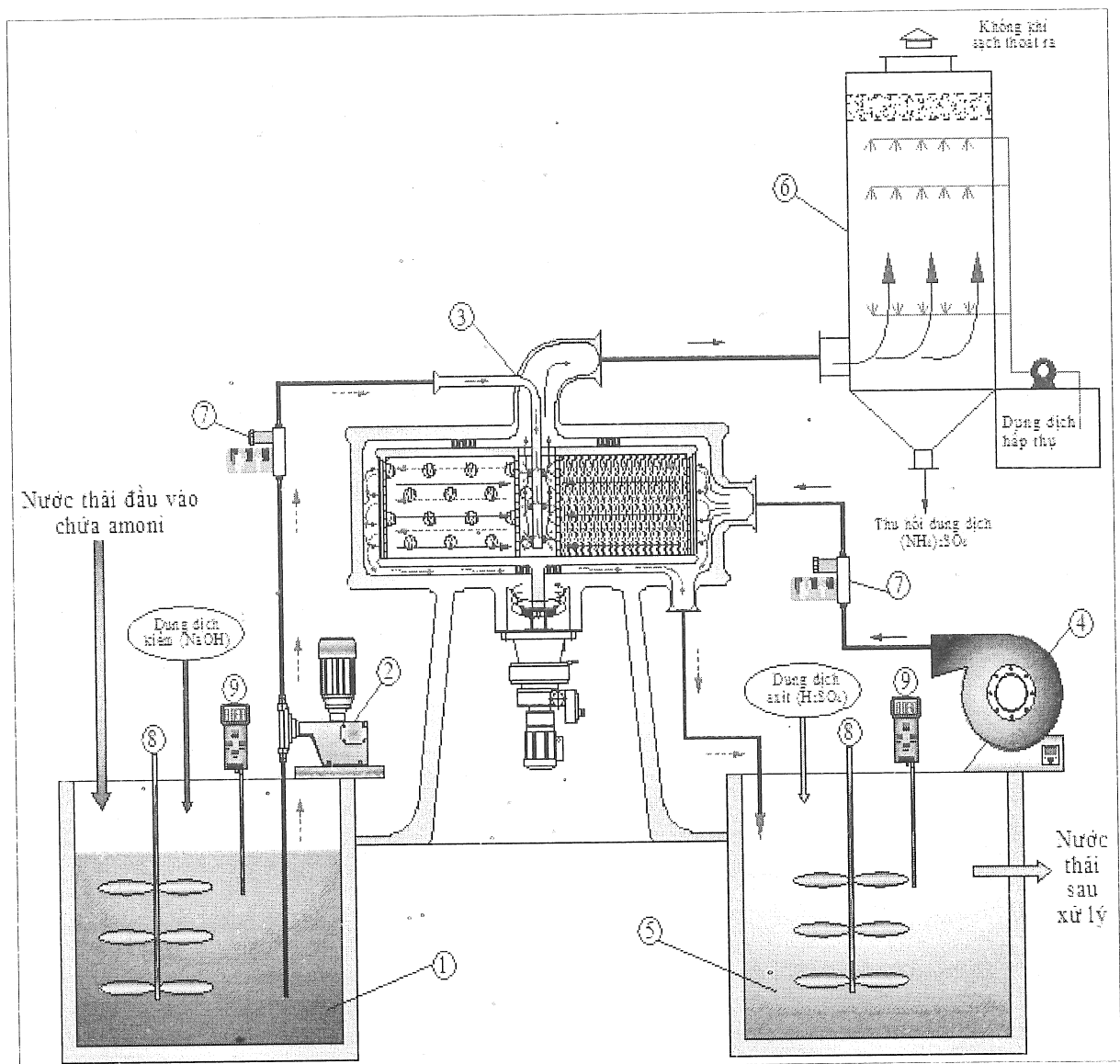
hiệu suất phân tách và thu hồi NH_4^+ trong nước thải là 76,7%; và

(iii) điều chỉnh giảm độ pH của nước thải sau xử lý tách amoniac: dẫn nước thải đã loại bỏ amoni về bể trung hòa, trong đó nước thải được hòa trộn với axit nhờ cánh khuấy để điều chỉnh độ pH của nước thải về 7,5.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó dòng không khí cuốn theo NH_3 thoát ra còn được xử lý bằng dòng dung dịch hấp thụ H_2SO_4 , để thu hồi NH_3 dưới dạng sản phẩm là $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, còn dòng khí sạch được xả ra ngoài môi trường.



Hình 1



Hình 2