



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

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

(11)



1-0038534

(51)⁷ C02F 3/12; C02F 3/34; C02F 3/30

(13) B

(21) 1-2019-03939

(22) 03/07/2017

(86) PCT/JP2017/024396 03/07/2017

(87) WO 2018/116507 28/06/2018

(30) 2016-245606 19/12/2016 JP

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/12/2019 381A

(73) 1. PHIL-JAPAN WORLDWIDE MANAGEMENT SERVICE, INC. (PH)

6F A&N Bldg., 9694 Kamagong St., Makati City, Metro Manila 1203, Philippines

2. OM MFG CO., LTD. (JP)

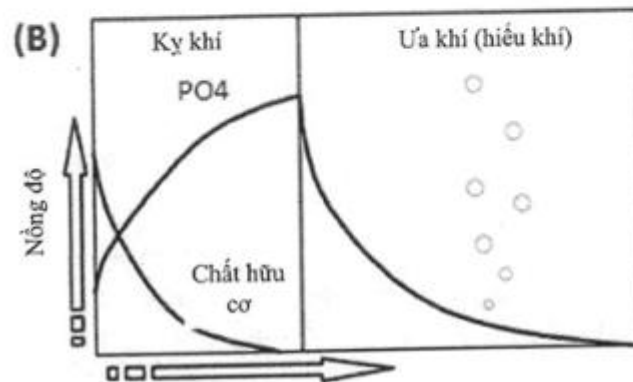
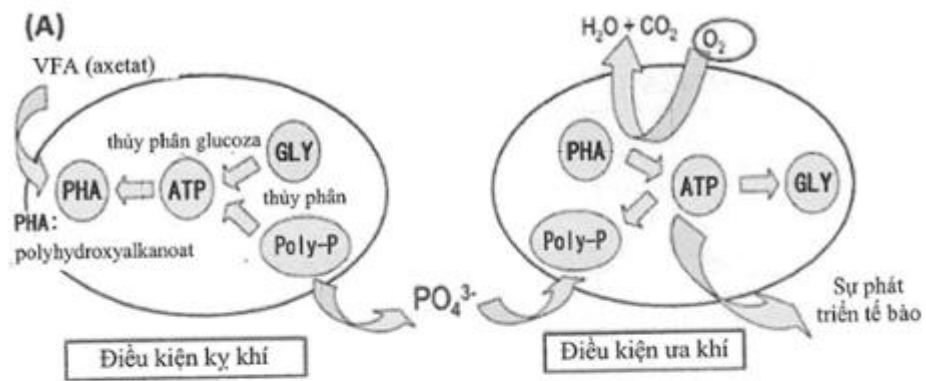
1771-2, Niisato, Kamikawa-machi, Kodama-gun, Saitama 3670232, Japan

(72) MATSUMURA Masatoshi (JP); TIU Aloysius Chalcedony (PH); CARAMPATANA Aubrey (PH); HINAMPAS Mervin (PH); DAMASCO Angelo T. Victor (PH).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP BÙN HOẠT TÍNH ĐỂ LOẠI BỎ SINH HỌC ĐỒNG THỜI NITƠ VÀ PHOSPHO

(57) Sáng chế đề xuất quy trình bùn hoạt tính để loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho. Sáng chế còn đề xuất phương pháp loại bỏ hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: (A) đưa nước bị ô nhiễm vào bể xử lý chứa bùn hoạt tính tạo thành hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính, đặc trưng ở việc thêm axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung sao cho tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là bằng hoặc cao hơn giá trị ngưỡng; (B) xử lý không ưa khí hỗn hợp trong bể xử lý; (C) xử lý ưa khí hỗn hợp đã được xử lý không ưa khí trong bể xử lý; (D) để lắng bùn hoạt tính trong hỗn hợp để tách bùn hoạt tính và nước đã xử lý; và (E) rút ít nhất một phần nước đã xử lý ra khỏi bể xử lý; trong đó bùn hoạt tính bao gồm ít nhất là vi khuẩn nitrat hóa, vi khuẩn khử nitơ, và vi khuẩn tích tụ phospho.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình bùn hoạt tính cho phép loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho bằng cách thêm axit béo dễ bay hơi ở thời điểm cụ thể.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các kỹ thuật để loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho được thử nghiệm bằng cách sử dụng các quy trình bùn hoạt tính ổn định liên tục, nhưng khả năng loại bỏ phospho của các quy trình này là không ổn định. Về vấn đề này, phospho có thể được kết tủa về mặt hóa học sử dụng chất đông tụ hóa học như PAC (polynhôm clorua), nhưng việc sử dụng chất đông tụ hóa học này cần giữ ở lượng tối thiểu vì có nguy cơ làm tăng bùn và ảnh hưởng của ion nhôm hoặc sắt còn lại trong nước đã xử lý đến hệ sinh thái do việc bổ sung chất đông tụ hóa học (tài liệu không phải patent 1). Các quy trình bùn hoạt tính ổn định liên tục còn đòi hỏi, tối thiểu, bể kết tủa ban đầu, bể phản ứng, bể kết tủa cuối cùng, và bộ phận chứa bùn hồi lưu.

Trong khi đó, quy trình SBR (phản ứng theo mẻ liên tục - Sequencing Batch Reactor) còn là quy trình bùn hoạt tính lặp lại mỗi quy trình, nghĩa là, đưa nước chưa xử lý vào (NẠP), phản ứng (PHẢN ỨNG), lắng (LẮNG), lấy nước đã xử lý (RÚT), và lấy bùn dư (CHẠY KHÔNG TẢI) trong thời gian quy định trong một bể đơn. Do đó, SBR được coi là thích hợp làm bộ phận xử lý phân tán quy mô nhỏ, có mức chi phí và diện tích cần cho thiết bị là thấp và có khả năng dễ dàng thay đổi việc xử lý thể tích nước chưa xử lý đưa vào (tài liệu không phải patent 2).

Việc giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho là quan trọng để loại bỏ sinh học phospho. Tuy nhiên, các chất hữu cơ trong nước bị ô nhiễm được pha loãng bằng lượng mưa ở các vùng có lượng mưa lớn, nên chất hữu cơ cần cho vi

khuẩn tích tụ phospho để giải phóng phospho có thể là không đủ. Hơn nữa, việc giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho đòi hỏi điều kiện thiếu oxy và oxy liên kết thấp hơn mức nhất định. Việc loại bỏ đồng thời phospho gặp khó khăn vì còn bị ảnh hưởng bởi nồng độ oxy liên kết và rất không ổn định.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu không phải patent

[NPL 1] van Loosdrecht et al., "Biological phosphorous removal process", Applied Microbiology and Biotechnology, 48(3), 289-296 (1997).

[NPL 2] Widerer, P.A. et al., (2001) "Sequencing batch reactor technology", IWA scientific and technical report no. 10, London, UK.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Giải quyết vấn đề

Sáng chế đề xuất phương pháp loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho trong nước thải không đủ chất hữu cơ.

Để loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho, các tác giả sáng chế đã xem xét các điều kiện các nhau như các vị trí để thiết lập ưa khí và không ưa khí và sự bố trí thời gian, và thời gian của chu trình để xem xét tỷ lệ thành phần của cacbon và nitơ trong nước bị ô nhiễm, dẫn đến tìm ra trình tự cơ bản của SBR thích hợp để loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho để thực hiện sáng chế. Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra lượng axit béo dễ bay hơi thích hợp được thêm vào và thời điểm thêm để giải phóng phospho cần cho việc loại bỏ phospho.

Do đó, sáng chế đề xuất, ví dụ, các phương án sau.

Phương án 1: Phương pháp loại bỏ hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

(A) đưa nước bị ô nhiễm vào bể xử lý chứa bùn hoạt tính tạo thành hỗn hợp nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính, đặc trưng ở việc thêm axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung sao cho lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là bằng hoặc cao hơn giá trị ngưỡng;

(B) xử lý không ư khí hỗn hợp trong bể xử lý;

(C) xử lý ư khí hỗn hợp đã được xử lý không ư khí trong bể xử lý;

(D) để lắng bùn hoạt tính trong hỗn hợp để tách bùn hoạt tính và nước đã xử lý; và

(E) rút ít nhất một phần nước đã xử lý ra khỏi bể xử lý;

trong đó bùn hoạt tính bao gồm ít nhất vi khuẩn nitrat hóa, vi khuẩn khử nitơ, và vi khuẩn tích tụ phospho.

Phương án 2

Phương pháp loại bỏ hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

(A) đưa nước bị ô nhiễm vào bể xử lý chứa bùn hoạt tính tạo thành hỗn hợp nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính, đặc trưng ở việc thêm axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung sao cho lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là bằng hoặc cao hơn giá trị ngưỡng;

(B) xử lý không ư khí hỗn hợp trong bể xử lý;

(C-1) xử lý ư khí hỗn hợp đã được xử lý không ư khí trong bể xử lý;

(C-2) đưa nguồn cacbon vào bể xử lý;

(C-3) tiếp tục xử lý không ư khí hỗn hợp trong bể xử lý;

(C-4) tiếp tục xử lý ư khí hỗn hợp đã được xử lý không ư khí trong bể xử lý;

(D) để lắng bùn hoạt tính trong hỗn hợp để tách bùn hoạt tính và nước đã xử lý; và

(E) rút ít nhất một phần nước đã xử lý ra khỏi bể xử lý;

trong đó bùn hoạt tính bao gồm ít nhất vi khuẩn nitrat hóa, vi khuẩn khử nitơ, và vi khuẩn tích tụ phospho.

Phương án 3

Phương pháp theo phương án 1 hoặc 2, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (B) ít nhất là đến khi hỗn hợp ở trong điều kiện kỵ khí.

Phương án 4

Phương pháp theo phương án 3, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (B) ít nhất là đến khi nitrat bị hấp thụ bởi vi khuẩn khử nitơ và phospho được giải phóng khỏi vi khuẩn tích tụ phospho.

Phương án 5

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 4, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (C), (C-1), hoặc (C-4) ít nhất là đến khi phospho bị hấp thụ bởi vi khuẩn tích tụ phospho.

Phương án 6

Phương pháp theo phương án 2, hoặc theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 3 đến 5 phụ thuộc vào phương án 2, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thêm nguồn cacbon trong bước (C-2) ở lượng tại đó nitrat bị hấp thụ bởi vi khuẩn khử nitơ.

Phương án 7

Phương pháp theo phương án 2, hoặc theo phương án bất kỳ trong số các

phương án từ 3 đến 6 phụ thuộc vào phương án 2, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (C-3) ít nhất là đến khi hỗn hợp ở trong điều kiện thiếu oxy.

Phương án 8

Phương pháp theo phương án 7, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (C-3) ít nhất là đến khi nitrat bị hấp thụ bởi vi khuẩn khử nitơ.

Phương án 9

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 8, trong đó giá trị ngưỡng nằm trong khoảng từ khoảng 15 mg/L đến khoảng 30 mg/L.

Phương án 10

Phương pháp theo phương án 9, trong đó giá trị ngưỡng là khoảng 20 mg/L.

Phương án 11

Phương pháp theo phương án 2, hoặc theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 3 đến 10 phụ thuộc vào phương án 2, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc sử dụng nước bị ô nhiễm làm nguồn cacbon khi tỷ lệ nồng độ của BOD với nitơ ở dạng amoni trong nước bị ô nhiễm là 5 hoặc lớn hơn và nitơ ở dạng amoni có mặt ở lượng 40 mg/L hoặc nhỏ hơn.

Phương án 12

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 11, trong đó axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được chọn từ nhóm bao gồm axit axetic, axit propionic, và các muối của chúng.

Phương án 13

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 12, trong

đó độ pH của hỗn hợp ở bước (B) là khoảng 7,5 hoặc lớn hơn.

Phương án 14

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 13, trong đó lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào bước (A) được xác định dựa vào BOD, nồng độ của nitơ ở dạng amoni, và nồng độ của axit béo dễ bay hơi trong nước bị ô nhiễm.

Phương án 15

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 14, trong đó phương pháp này không bao gồm bước bổ sung chất đông tụ hóa học.

Phương án 16

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 15, trong đó nồng độ của nitơ ở dạng nitrat trong nước đã xử lý nằm trong khoảng 1 đến 5 mg/L.

Phương án 17

Phương pháp theo phương án 2, hoặc theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 3 đến 16 phụ thuộc vào phương án 2, trong đó nguồn cacbon là axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó.

Theo sáng chế, một hoặc nhiều đặc điểm mô tả ở trên không chỉ nhằm để tạo ra các tổ hợp đã được mô tả rõ ràng, mà còn tạo ra các tổ hợp khác của chúng. Các phương án bổ sung và các ưu điểm của sáng chế được người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này nhận ra bằng cách đọc phần mô tả chi tiết sau, nếu cần.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Phương pháp theo sáng chế có thể đạt được một cách hiệu quả việc loại bỏ

sinh học đồng thời nitơ và phospho trong nước bị ô nhiễm, mà có thể không có đủ chất hữu cơ cần cho vi khuẩn tích tụ phospho để giải phóng phospho. Do đó, phương pháp theo sáng chế có thể được áp dụng cho nước thải, ở vùng có lượng mưa nhiều và có hệ thống thu gom nước thải kết hợp với đường ống nước thải sao cho axit béo dễ bay hơi được pha loãng, hoặc áp dụng cho nước thải công nghiệp có thành phần chất hữu cơ thấp. Phương pháp theo sáng chế còn có thể xử lý phần lọc của cặn thải có nồng độ nitơ/phospho cao, nhưng ít thành phần BOD.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1A thể hiện sơ đồ giản lược sự chuyển hóa trong vi khuẩn tích tụ phospho trong điều kiện kỵ khí và điều kiện ưa khí. Fig. 1B thể hiện sự thay đổi diễn hình nồng độ phospho do sự giải phóng và tái hấp thụ phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho.

Fig. 2 thể hiện profin của oxy hòa tan (dissolved oxygen: DO) điển hình (A) và profin của $\text{NH}_4\text{-N}$ và $\text{NO}_3\text{-N}$ (B) trong SBR.

Fig. 3 thể hiện sơ đồ giản lược và ảnh của mô hình SBR được sử dụng trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế.

Fig. 4 thể hiện sự thay đổi các nồng độ PO_4 và $\text{NO}_3\text{-N}$ do thêm natri axetat.

Fig. 5 thể hiện tác dụng của việc thêm natri axetat đến việc giải phóng phospho. Trục tung của đồ thị trên Fig. 5A cho biết nồng độ phospho (mg/L), và trục tung của đồ thị trên Fig. 5B cho biết nồng độ VFA (mg/L). Thêm 0,5 g, 1,0 g, 2,0 g, và 4,0 g natri axetat vào 22,8 L nước đã xử lý.

Fig. 6 thể hiện profin của oxy hòa tan (DO) (A) và profin của $\text{NH}_4\text{-N}$ và $\text{NO}_3\text{-N}$ (B) trong việc nạp liệu theo hai bước.

Fig. 7 thể hiện sự thay đổi nồng độ của COD, VFA, PO_4 , $\text{NO}_3\text{-N}$, và $\text{NH}_4\text{-N}$ trong một chu trình nạp liệu theo hai bước.

Fig. 8 thể hiện sự thay đổi về chất rắn lơ lửng trong bùn lỏng pha trộn (mixed liquor suspended solids: MLSS) trong SBR khi dung dịch nước PAC 10% được thêm vào.

Fig. 9 thể hiện profin của nồng độ PO_4 , $\text{NH}_4\text{-N}$, và $\text{NO}_3\text{-N}$ khi sử dụng việc nạp liệu theo hai bước trong quá trình xử lý phân lọc của cặn thải.

Fig. 10 thể hiện profin của nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ và $\text{NO}_3\text{-N}$ khi sử dụng định lượng theo hai bước trong quá trình xử lý phân lọc của cặn thải.

Fig. 11 thể hiện profin của nồng độ COD và PO_4 khi sử dụng định lượng theo hai bước trong quá trình xử lý phân lọc của cặn thải.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sử dụng ở đây nên được hiểu theo nghĩa được sử dụng thông thường trong lĩnh vực này, trừ khi có lưu ý cụ thể khác. Do đó, trừ khi có quy định khác, tất cả các thuật ngữ và các thuật ngữ khoa học kỹ thuật được sử dụng ở đây đều có nghĩa giống như nghĩa chung được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực của sáng chế. Trong trường hợp ngược lại, bản mô tả sáng chế này sẽ được ưu tiên.

Định nghĩa các thuật ngữ

Dưới đây là định nghĩa về các thuật ngữ mà được sử dụng cụ thể trong bản mô tả này.

"Nhu cầu oxy sinh hóa (Biochemical oxygen demand: BOD)" và "nhu cầu oxy hóa học (chemical oxygen demand: COD)" thường được sử dụng làm chất chỉ thị chất lượng nước. Các giá trị cao hơn nghĩa là nhiều chất oxy hóa hơn trong nước, do đó nhiễm bẩn nhiều hơn. BOD chỉ lượng oxy cần cho vi sinh vật để oxy hóa các chất oxy hóa được như chất hữu cơ trong nước. Trong khi đó, COD chỉ lượng oxy cần để oxy hóa về mặt hóa học chất oxy hóa được trong nước.

BOD được thể hiện bởi lượng oxy hòa tan giảm khi mẫu được giữ trong 5 ngày ở 20°C trong đồ chứa bịt kín. Giá trị đo được theo cách này được gọi là "BOD5". "BOD" khi được sử dụng trong bản mô tả này là để chỉ "BOD5". COD được xác định bằng cách tìm lượng oxy tiêu thụ khi mẫu phản ứng với tác nhân oxy hóa (ví dụ, kali dicromat (kali bicromat), kali pemanganat, hoặc chất tương tự). "COD" khi được sử dụng trong bản mô tả này là để chỉ giá trị COD đo được bằng cách sử dụng kali dicromat. "BOD" và "COD" có thể được đo bằng cách sử dụng bộ kit hoặc thiết bị có sẵn trên thị trường.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "hợp chất phospho" đề cập đến hợp chất có nguyên tử phospho trong phân tử. Ví dụ về chúng bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, axit phosphoric (H_3PO_4). Thuật ngữ "PO4-P" được sử dụng ở đây đề cập đến phospho ở dạng phosphat. Liên quan đến nồng độ của PO4-P hoặc phospho ở dạng phosphat, nồng độ của nó đề cập đến nồng độ được tính theo trọng lượng chỉ có phospho (P) trong phosphat (PO4). Nồng độ phosphat (PO4) và nồng độ phospho ở dạng phosphat (PO4-P) có thể được chuyển đổi lẫn nhau. Chẳng hạn, khi chất phản ứng HACH được sử dụng, giá trị đo của nó được thể hiện theo nồng độ phosphat (PO4), sao cho nồng độ phospho ở dạng phosphat (PO4-P) có thể thu được bằng cách nhân nồng độ phosphat (PO4) với 0,326 (tỷ lệ của nguyên tử lượng của P với phân tử lượng của PO4).

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "hợp chất nitơ" đề cập đến hợp chất có nguyên tử nitơ trong phân tử. Ví dụ về chúng bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, các ion amoni (NH_4^+), các ion nitrit (NO_2^-), và các ion nitrat (NO_3^-). Thuật ngữ "NH4-N" khi được sử dụng trong bản mô tả này đề cập đến nitơ ở dạng amoni. Liên quan đến nồng độ của NH4-N hoặc nitơ ở dạng amoni, nồng độ của nó đề cập đến nồng độ được tính theo trọng lượng chỉ có nitơ (N) trong amoni (NH_4). Thuật ngữ "NO3-N" khi được sử dụng trong bản mô tả này đề cập đến nitơ ở dạng nitrat. Liên quan đến nồng độ của NO3-N hoặc nitơ ở dạng nitrat, nồng độ của nó đề cập đến

nồng độ được tính theo trọng lượng chỉ có nitơ (N) trong nitrat (NO_3).

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "nước bị ô nhiễm" đề cập đến nước thải bất kỳ đưa vào xử lý tinh lọc, như nước thải xả từ các hộ gia đình hoặc nhà máy, hoặc phân lọc cặn thải hoặc chất thải của lợn.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "bùn hoạt tính" đề cập đến bùn chứa chất rắn lơ lửng như nhóm vi sinh vật, tiểu động vật, hoặc chất hữu cơ. Theo phương án được ưu tiên, bùn hoạt tính được sử dụng trong sáng chế bao gồm ít nhất vi khuẩn tích tụ phospho, vi khuẩn nitrat hóa, và vi khuẩn khử nitơ.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "axit béo dễ bay hơi (VFA)" đề cập đến axit béo có 6 cacbon hoặc ít hơn. Ví dụ về chúng bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, axit formic, axit axetic, axit propionic, và axit butyric. Ví dụ về các muối của axit béo dễ bay hơi bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, muối natri, muối kali, muối canxi, muối magiê, và các muối tương tự. Tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong nước bị ô nhiễm hoặc hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính được đo bằng cách sử dụng phương pháp bất kỳ đã biết trong lĩnh vực này. Nồng độ của axit béo dễ bay hơi (VFA) được sử dụng ở đây đề cập đến nồng độ được đo bằng phép phân tích so màu sử dụng chất phản ứng HACH TNT872 dựa vào sự este hóa.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "nguồn cacbon" đề cập đến chất hữu cơ thoái biến sinh học là nguồn năng lượng cần cho sự phát triển của vi khuẩn.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "điều kiện ưa khí" đề cập đến điều kiện trong đó có mặt oxy phân tử. "Xử lý ưa khí" đề cập đến, ví dụ, việc sục khí oxy hoặc không khí vào hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "điều kiện không ưa khí" đề cập đến điều kiện trong đó không có mặt oxy phân tử, bao gồm điều kiện thiếu oxy và kỵ khí. "Xử lý không ưa khí" đề cập đến việc xử lý không cho hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính tiếp xúc với không khí hoặc oxy, hoặc thực hiện xử lý sục khí. "Không chứa

oxy phân tử" đề cập đến trạng thái ở giới hạn phát hiện oxy hòa tan bằng dụng cụ đo hoặc bằng phương pháp phân tích hóa học. Điển hình là, trạng thái trong đó oxy phân tử bằng khoảng 0,1 mg/L hoặc ít hơn được gọi là không chứa oxy phân tử.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "điều kiện thiếu oxy" đề cập đến điều kiện trong đó không có mặt oxy phân tử, nhưng có mặt oxy liên kết, đặc biệt là các ion nitrat. Bởi vì lượng oxy liên kết trong bùn hoạt tính gần như phụ thuộc vào lượng các ion nitrat. "Điều kiện kỵ khí" đề cập đến điều kiện không chứa oxy phân tử (O_2) và oxy liên kết (ion nitrat). "Không chứa ion nitrat" đề cập đến hàm lượng nitrat là khoảng 1 mg/L hoặc nhỏ hơn.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "vi khuẩn nitrat hóa" đề cập chung đến vi khuẩn bất kỳ có khả năng oxy hóa các ion amoni thành các ion nitrit (NO_2^-) và vi khuẩn bất kỳ có khả năng oxy hóa các ion nitrit (NO_2^-) thành các ion nitrat (NO_3^-). Quan sát thấy sự oxy hóa các ion amoni thành các ion nitrit và oxy hóa các ion nitrit thành các ion nitrat khi cho amoni tiếp xúc với bùn hoạt tính được tiếp xúc trong điều kiện ưa khí, bùn hoạt tính chứa vi khuẩn nitrat hóa.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "vi khuẩn khử nitơ" đề cập đến vi khuẩn bất kỳ có khả năng khử các ion nitrat thành khí nitơ. Quan sát thấy sự khử các ion nitrat thành nitơ khi cho các ion nitrat tiếp xúc với bùn hoạt tính trong điều kiện thiếu oxy, bùn hoạt tính chứa vi khuẩn khử nitơ.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "vi khuẩn tích tụ phospho" đề cập đến vi khuẩn bất kỳ mà hấp thụ chất hữu cơ và giải phóng hợp chất phospho trong điều kiện không ưa khí (ví dụ, điều kiện kỵ khí) và sau đó chuyển hóa chất hữu cơ đã hấp thụ và phát triển trong khi hấp thụ nhiều hợp chất phospho trong điều kiện ưa khí hơn hợp chất phospho được giải phóng. Ví dụ, vi khuẩn tích tụ phospho có thể hấp thụ axit béo dễ bay hơi và giải phóng PO_4 trong điều kiện không ưa khí, và sau đó chuyển hóa axit béo dễ bay hơi đã hấp thụ và phát triển trong khi hấp thụ nhiều

PO₄ trong điều kiện ưa khí hơn PO₄ được giải phóng. Bùn hoạt tính chứa vi khuẩn tích tụ phospho khi nguồn cacbon được hấp thụ và hợp chất phospho được giải phóng trong điều kiện kỵ khí, và sau đó quan sát thấy nhiều hợp chất phospho được hấp thụ hơn hợp chất phospho được giải phóng trong điều kiện ưa khí khi cho chất hữu cơ tiếp xúc với bùn hoạt tính.

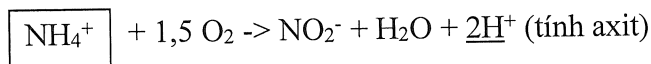
Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "khoảng" đứng trước giá trị số đề cập đến $\pm 10\%$ giá trị số đứng sau.

Vai trò của vi sinh vật trong quy trình bùn hoạt tính

Theo sáng chế, hoạt động của vi khuẩn nitrat hóa và vi khuẩn khử nitơ là cần cho việc loại bỏ nitơ. Theo một phương án, vi khuẩn nitrat hóa theo sáng chế bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, vi khuẩn oxy hóa amoni (*Nitrosomonas*) có khả năng oxy hóa các ion amoni thành các ion nitrit (NO₂⁻) trong điều kiện ưa khí và vi khuẩn oxy hóa nitrit (*Nitrobacter*) có khả năng oxy hóa các ion nitrit (NO₂⁻) thành các ion nitrat (NO₃⁻). Các vi khuẩn này là vi khuẩn tự dưỡng không cần nguồn cacbon hữu cơ để phản ứng. Để loại bỏ nitơ, như được thể hiện trong công thức sau, vi khuẩn oxy hóa amoni (*Nitrosomonas*) oxy hóa amoni thành nitrit, và sau đó vi khuẩn oxy hóa nitrit (*Nitrobacter*) oxy hóa nitrit thành nitrat.

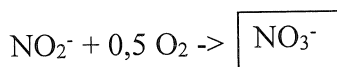
Công thức hóa học 1

Oxy hóa ammoniac: (*Nitrosomonas*)



Thời gian hình thành trung bình 50 giờ (20°C); Độ pH tối ưu = 6,8-8,8

Oxy hóa nitrit: (*Nitrobacter*)



Thời gian hình thành trung bình 90 giờ (20°C); Độ pH tối ưu = 7,7

Theo một phương án, vi khuẩn khử nitơ theo sáng chế đề cập đến vi khuẩn có khả năng khử các ion nitrat thành khí nitơ trong điều kiện thiếu oxy. Các vi khuẩn này, là vi khuẩn dị dưỡng, cần hydro cho phản ứng khử. Nguồn cacbon như metanol hoặc axit axetic được sử dụng làm chất cho điện tử, và hydro sinh ra trong phản ứng thủy phân được dùng (Metcalf et al., "Wastewater Engineering: treatment and reuse. 4th, McGraw-Hill, Boston (2003)). Vì lý do này, sự cân bằng giữa nồng độ của cacbon cho điện tử và nồng độ của nitơ ở dạng nitrat trong nước thải, thường được gọi là tỷ lệ C/N, là quan trọng. Vi khuẩn khử nitơ khử nitrat thành khí nitơ trong điều kiện không ưa khí như được thể hiện bởi công thức sau.

Công thức hóa học 2

Hô hấp nitrat



Phản ứng thủy phân

(a) Axetat



(b) Metanol



Trong khi đó, để loại bỏ phospho cần hoạt động của vi khuẩn tích tụ phospho. Tốt hơn là trong điều kiện kỵ khí mà không có oxy phân tử và oxy liên kết (NO_3^-), vi khuẩn tích tụ phospho hấp thụ axit béo dễ bay hơi (VFA) như axit axetic hoặc axit propionic vào các tế bào của chúng và tổng hợp chất tích tụ trong tế bào, polyhydroxyalkanoat (PHA) sử dụng năng lượng (ATP) tạo thành bằng cách thủy phân axit polyphosphoric trong tế bào. PO_4 tạo thành bằng cách phân hủy axit polyphosphoric được giải phóng bên ngoài tế bào (Fig. 1A). Sau đó, các vi khuẩn này tái hấp thụ nhiều phospho hơn lượng xả ra để tích tụ axit polyphosphoric trong điều kiện ưa khí (Fig. 1B). ATP mà được sử dụng trong quá trình tổng hợp axit polyphosphoric được tạo thành bằng cách phân hủy PHA tích tụ trong điều kiện kỵ khí, và chất nhận điện tử trong phản ứng phân hủy này là oxy (Mino et al., "Microbiology and biochemistry of the enhanced biological phosphate removal

process", Water Research, 32, 3193-3207 (1998)). Vi khuẩn mà được hấp thụ dư phospho dựa vào cơ chế phản ứng này được loại bỏ khỏi bể phản ứng dư bùn để thực hiện loại bỏ phospho trong nước thải.

Việc khử nitơ vi khuẩn/sinh vật tích tụ phospho (denitrifying phosphorous accumulating bacteria/organisms: DNPAO) có khả năng đồng thời khử nitơ và hấp thụ phospho trong điều kiện không chứa cacbon/oxy đã biết (Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản số 2003-285096). Nồng độ DNPAO trong bùn là thấp. Để tạo ưu thế cho DNPAO, cần hạn chế nguồn cacbon để ngăn việc khử nitơ bằng vi khuẩn khử nitơ trong điều kiện thiếu oxy và làm thích nghi DNPAO trong môi trường cụ thể trong đó phospho và NO_3 có mặt tạo ra ưu thế cho DNPAO. Thật khó để cụ thể hóa điều kiện này trong nước thải thực tế. Theo phương án cụ thể của sáng chế, bùn hoạt tính được sử dụng có thể không bao gồm DNPAO. Theo phương án khác của sáng chế, bùn hoạt tính được sử dụng có thể bao gồm DNPAO, nhưng nhiều DNPAO không có mặt trong bùn hoạt tính so với vi khuẩn khử nitơ hoặc vi khuẩn tích tụ phospho, nghĩa là, DNPAO là không nổi trội. Trong quy trình bùn hoạt tính theo sáng chế, nguồn cacbon được cung cấp ở lượng cần để khử nitơ trong quá trình xử lý không ưa khí sao cho nguồn cacbon có mặt trong điều kiện thiếu oxy. Do đó, môi trường không có nguồn cacbon trong đó DNPAO là nổi trội không được duy trì trong thời gian dài, và DNPAO không nổi trội. Do đó, việc loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho theo sáng chế không phụ thuộc vào DNPAO.

Thêm axit béo dễ bay hơi bổ sung

Theo một phương án của sáng chế, axit béo dễ bay hơi bổ sung có thể được thêm vào bể xử lý tạo ra sự giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho. Về mặt này, một trong số các đặc điểm của sáng chế có thể là sự tiêu thụ cạnh tranh axit béo dễ bay hơi bởi vi khuẩn không phải vi khuẩn tích tụ phospho được ngăn để giảm lượng axit béo dễ bay hơi mà được bổ sung bên ngoài. Axit béo dễ bay hơi rất hiệu quả làm chất cho điện tử để khử nitơ, và vi khuẩn khử nitơ là các thành phần

quan trọng của vi khuẩn tích tụ phospho để loại bỏ phospho và nitơ. Đồng thời, chúng là các chất cạnh tranh để tiêu thụ axit béo dễ bay hơi. Do đó, sáng chế được dự định thêm axit béo dễ bay hơi khi thực hiện khử nitơ bằng chất hữu cơ trong nước bị ô nhiễm nhiều nhất có thể sao cho việc khử nitơ gần như hoàn toàn.

Về mặt này, được báo cáo là sự thay đổi điển hình về oxy hòa tan (dissolved oxygen: DO), thế oxy hóa-khử (oxidation-reduction potential: ORP) và độ pH do việc loại bỏ nitơ và phospho trong SBR có thể được minh họa để phát hiện đầu khử nitơ từ các điểm uốn của DO, ORP, và pH (S. Marsili-Libelli, "Control of SBR switching by fuzzy pattern recognition", Water Research (2006)). Tuy nhiên, khi bổ sung axit béo dễ bay hơi bên ngoài dẫn đến sự xáo trộn, khó để thu được các mẫu DO, ORP, và pH lý tưởng. Khi các tác giả sáng chế thực hiện thử nghiệm trên thực tế, không thể phát hiện các điểm uốn đối với nước bị ô nhiễm có sự thay đổi lớn về các điều kiện bao gồm BOD và lượng amoni.

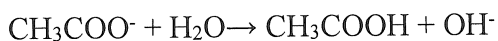
Theo sáng chế, việc khử nitơ đạt được nhanh chóng bằng cách cố tình sử dụng axit béo dễ bay hơi làm chất cho điện tử để khử nitơ, dẫn đến việc giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho. Về mặt này, quan trọng là axit béo dễ bay hơi được thêm vào ở lượng sao cho không phải toàn bộ lượng này được tiêu thụ bằng cách khử nitơ. Giá trị ngưỡng đối với việc giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho có thể được xác định bằng cách quan sát nồng độ của axit béo dễ bay hơi và phospho (PO_4) khi thêm axit béo dễ bay hơi bổ sung như được thể hiện trong ví dụ 2.

Lượng axit béo dễ bay hơi bổ sung được thêm vào có thể được xác định bằng cách đo tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính và tìm ra sự khác biệt giữa lượng tổng và giá trị ngưỡng. Nước đã xử lý hầu như không chứa axit béo dễ bay hơi trong SBR, sao cho tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính có thể được cho là tương đương với tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong nước bị ô nhiễm được cấp

bằng cách NAP. Do đó, theo một phương án, lượng axit béo dễ bay hơi bổ sung được thêm vào có thể được xác định bằng cách đo tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong nước bị ô nhiễm cấp vào.

Theo phương án được ưu tiên, axit béo dễ bay hơi bổ sung được thêm vào là axit axetic hoặc axit propionic, và đặc biệt tốt hơn là axit axetic. Theo phương án khác, axit béo được thêm vào có thể là axit béo dễ bay hơi ở dạng muối.

Việc thêm muối của axit béo dễ bay hơi bổ sung còn rất tốt xét về việc ngăn sự cạnh tranh của vi sinh vật. Ví dụ, natri axetat ion hóa khi hòa tan vào nước và phân ly thành ion axetat (CH_3COO^-) và ion natri (Na^+). Ion axetat này phản ứng với phân tử nước để tạo ra axit axetic và tạo thành ion hydroxit như được thể hiện dưới đây, sao cho dung dịch nước là bazơ yếu.



Vi khuẩn/sinh vật tích tụ glycogen (glycogen accumulating bacteria/organisms: GAO) không góp phần vào việc loại bỏ phospho, nhưng là các chất cạnh tranh của vi khuẩn/sinh vật tích tụ phospho (PAO) để hấp thụ tích cực VFA vào các tế bào của chúng. Cần giảm số lượng và/hoặc hoạt tính của GAO để loại bỏ hiệu quả phospho. Có vẻ như tốc độ hấp thụ axit axetic trong điều kiện kỵ khí của PAO là lớn hơn tốc độ hấp thụ của chất cạnh tranh vi sinh vật GAO ở độ pH của 7,5 hoặc cao hơn. Cần lưu ý rằng hoạt tính của natri propionat là giống với natri axetat, nhưng mùi của natri axetat được ưu tiên hơn.

Nước bị ô nhiễm

Sáng chế có thể được áp dụng cho nước bị ô nhiễm bất kỳ với các điều kiện thay đổi nhiều như nước thải từ các hộ gia đình hoặc nhà máy, hoặc phân lọc cặn thải hoặc chất thải của lợn. Chẳng hạn, lượng mưa làm loãng nguồn cacbon trong nước thải ở các khu vực tại đó nước mưa và nước thải của hộ gia đình được xử lý

mà không có sự phân biệt như nước thải hỗn hợp. Sáng chế có thể xử lý nước thải này bằng một vài nguồn cacbon mà cần cho việc loại bỏ nitơ và phospho. Hơn nữa, sáng chế có thể xử lý phần lọc cặn thải, là thứ rất khó xử lý.

Khó khăn trong việc xử lý phần lọc cặn thải là do chất lượng nước của nó khác đáng kể với nước thải như được thể hiện trong Bảng 1. Như được thể hiện trong Bảng 1, BOD gấp 33 lần, COD gấp 136 lần, T-N gấp 19 lần, và T-P gấp 60 lần, cao hơn nhiều khi nước thải được so với, ví dụ, dữ liệu của Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (the United States Environmental Protection Agency: US EPA). Vì trạm xử lý nước thải thông thường không thể xử lý được phần lọc cặn thải này nên cần có bộ phận chuyên trách. Cần có quy trình xử lý mới để loại bỏ nitơ/phospho ra khỏi nước bị ô nhiễm.

Bảng 1. Hàm lượng tạp chất trong bùn và nước thải

Thông số (đơn vị)	Nước thải: NƯỚC THẢI NHÀ VỆ SINH	Jokaso Bùn *1	Cặn thải (US EPA)*2	Đường ống nước thải: NƯỚC THẢI NHÀ VỆ SINH & BẾP
BOD (mg/l)	9500	3900	7000	210
COD (mg/l)	5200	3800	15000	110
SS (mg/l)	9400	8800	15000	151
T-N (mg/l)	2700	580	700	37
T-P (mg/l)	360	130	250	4,2
Vận hành trạm xử lý	• Trạm xử lý bùn			- Trạm xử lý đường ống nước thải - Jokaso - Lagoon, v.v.

*1 Mức bùn ở trạm xử lý hệ thống thoát nước và bùn Jokaso gần giống nhau

*2 Số tay xử lý và loại bỏ nước thải của Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (US EPA), 1984

Để giảm nồng độ chất hữu cơ cao của cặn thải, cặn thải được đưa vào tách rắn-lỏng bằng máy ép đai, ly tâm, máy ép trục vít, hoặc máy tương tự. Bảng 2 thể

hiện nồng độ của các chất tách rửa khác nhau chảy vào trong chất lỏng khi chất thải của lợn được tách thành rắn và lỏng bằng máy ép trục vít (Jimieson et al., "Evaluation of a mechanical solid-liquid separator for swine manure", Tách rắn-lỏng đối với chất thải của lợn; Báo cáo cuối cùng, Tháng 12 (2001)). Như thấy rõ ở Bảng 2, lượng BOD5 đi vào chất lỏng đã tách bằng cách tách rắn-lỏng là 42%, hầu hết phần còn lại nằm ở pha rắn. Lượng phospho (P) đáng kể, nghĩa là, 20%, còn trong pha rắn, trong khi hầu hết nitơ (N) đi vào chất lỏng đã tách. Nồng độ trong chất lỏng đã tách sau khi tách rắn-lỏng là 7500 mg/L đối với BOD5, 3200 mg/L đối với T-N, và 740 mg/L đối với T-P, là các giá trị cao hơn đáng kể so với nước thải.

Bảng 2. Các thành phần của chất bài tiết và phân đoạn lỏng đã tách

Hạng mục	Đơn vị	Thô	Lọc	% giảm nồng độ
T-S	(mg/L)	54000	40000	26
BOD5	(mg/L)	13000	7532	42
TSS	(mg/L)	13333	13200	1
T-P	(mg/L)	922	736	20
T-N	(mg/L)	3448	3177	8
T-K	(mg/L)	1477	1534	-4

Các phương án được ưu tiên

Các phương án được ưu tiên theo sáng chế được giải thích dưới đây. Được hiểu là các phương án dưới đây được cung cấp để dễ hiểu sáng chế, sao cho phạm vi của sáng chế không bị giới hạn bởi phần mô tả sau. Do đó, rõ ràng là người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể dựa vào phần mô tả ở đây để tạo ra các cải biến thích hợp trong phạm vi sáng chế. Cũng cần hiểu rằng các phương án sau của sáng chế có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp loại bỏ hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: (A) đưa nước bị ô nhiễm vào bể xử lý chứa bùn hoạt tính tạo thành hỗn hợp nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính, đặc trưng ở việc thêm axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung sao cho tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là bằng hoặc cao hơn giá trị ngưỡng; (B) xử lý không ư khí hỗn hợp trong bể xử lý; (C) xử lý ư khí hỗn hợp đã được xử lý không ư khí trong bể xử lý; (D) để lắng bùn hoạt tính trong hỗn hợp để tách bùn hoạt tính và nước đã xử lý; và (E) rút ít nhất một phần nước đã xử lý ra khỏi bể xử lý; trong đó bùn hoạt tính bao gồm ít nhất vi khuẩn nitrat hóa, vi khuẩn khử nitơ, và vi khuẩn tích tụ phospho.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp loại bỏ hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: (A) đưa nước bị ô nhiễm vào bể xử lý chứa bùn hoạt tính tạo thành hỗn hợp nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính, đặc trưng ở việc thêm axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung sao cho tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là bằng hoặc cao hơn giá trị ngưỡng; (B) xử lý không ư khí hỗn hợp trong bể xử lý; (C-1) xử lý ư khí hỗn hợp đã được xử lý không ư khí trong bể xử lý; (C-2) đưa nguồn cacbon vào bể xử lý; (C-3) tiếp tục xử lý không ư khí hỗn hợp trong bể xử lý; (C-4) tiếp tục xử lý ư khí hỗn hợp đã được xử lý không ư khí trong bể xử lý; (D) để lắng bùn hoạt tính trong hỗn hợp để tách bùn hoạt tính và nước đã xử lý; và (E) rút ít nhất một phần nước đã xử lý ra khỏi bể xử lý; trong đó bùn hoạt tính bao gồm ít nhất vi khuẩn nitrat hóa, vi khuẩn khử nitơ, và vi khuẩn tích tụ phospho. Các bước (A) và (B) có thể được gọi là pha NẠP, bước (C) được gọi là pha PHẢN ỨNG, bước (C-1) có thể được gọi là pha PHẢN ỨNG I, các bước (C-2) và (C-3) có thể được gọi là pha PHẢN ỨNG II, bước (C-4) có thể được gọi là pha PHẢN ỨNG III, bước (D) có thể được gọi là pha LẮNG, và bước (E) có thể được gọi là pha RÚT để giải thích sáng chế.

Theo một phương án, phương pháp theo sáng chế có thể là phương pháp loại bỏ "về mặt sinh học" hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm. Theo phương án được ưu tiên, phương pháp loại bỏ "về mặt sinh học" hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm không bao gồm bước bổ sung chất đông tụ hóa học như PAC (polynhôm clorua). Việc sử dụng chất đông tụ hóa học dẫn đến lượng lớn bùn dư và vi sinh vật có ảnh hưởng tiêu cực trong bùn hoạt tính. Do đó, cần giải quyết nhu cầu cung cấp bề kết tủa ở dạng bộ phận bổ sung, sao cho ưu điểm tự nhiên của SBR, là khả năng thực hiện xử lý trong một bể đơn.

Thời gian của chu trình trong SBR có thể được điều chỉnh thích hợp theo lượng nước bị ô nhiễm được xử lý, hàm lượng tạp chất trong nước bị ô nhiễm hoặc tương tự. Theo một phương án, thời gian của chu trình là khoảng 6 đến khoảng 10 giờ (ví dụ, khoảng 6 giờ, khoảng 7 giờ, khoảng 8 giờ, khoảng 9 giờ, hoặc khoảng 10 giờ). Thông thường, thời gian của chu trình là khoảng 8 giờ. Thời gian cho mỗi pha trong số các pha NẠP, PHẢN ỨNG, PHẢN ỨNG I, PHẢN ỨNG II, PHẢN ỨNG III, LẮNG, và RÚT trong một chu kỳ đơn có thể được xác định một cách thích hợp bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này theo thời gian của chu trình, điều kiện bùn hoạt tính, hoặc điều kiện nước bị ô nhiễm.

Đầu tiên, pha NẠP có thể bắt đầu cung cấp nước bị ô nhiễm. Thời gian để cung cấp nước bị ô nhiễm có thể là khoảng 0,5 giờ đến khoảng 1,5 giờ, tốt hơn là khoảng 1 giờ. Pha NẠP có thể tùy ý thêm axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung. Axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung có thể được thêm vào trước, trong, hoặc sau khi cung cấp nước bị ô nhiễm. Theo phương án cụ thể, axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung có thể được thêm vào đồng thời, khoảng 10 phút sau, khoảng 20 phút sau, khoảng 30 phút sau, khoảng 40 phút sau, khoảng 50 phút sau, hoặc khoảng 60 phút sau khi bắt đầu cung cấp nước bị ô nhiễm. Pha NẠP được thực hiện trong quá trình xử lý không ưa khí, và vi khuẩn khử nitơ khử nitrat để giải phóng khí nitơ. Quá trình xử lý không ưa khí đề cập đến sự khuấy trộn mà không

cho không khí đi vào. Hoạt động này của vi khuẩn khử nitơ làm giảm nitrat, là oxy liên kết, và hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính tiến gần điều kiện kỵ khí. Việc giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho không nhất thiết cần trong điều kiện kỵ khí. Phospho có thể được giải phóng bằng vi khuẩn tích tụ phospho khi nồng độ của nitơ ở dạng nitrat là khoảng 5 mg/L hoặc thấp hơn, nhưng tốt hơn là khoảng 1 mg/L hoặc thấp hơn. Việc giải phóng phospho cần để tái hấp thụ phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho trong quá trình xử lý ưa khí tiếp theo. Do đó, pha NẠP có thể được thực hiện ít nhất là đến khi phospho được giải phóng khỏi vi khuẩn tích tụ phospho. Đặc biệt hơn, pha NẠP có thể hấp thụ nitrat đầu tiên và giải phóng khí nitơ bằng vi khuẩn khử nitơ, và đồng thời hoặc sau đó giải phóng phospho. Theo phương án cụ thể, pha NẠP nằm trong khoảng từ khoảng 1 đến khoảng 4 giờ, tốt hơn là từ khoảng 2 đến khoảng 3 giờ, và tốt hơn nữa là khoảng 3 giờ.

Lượng nước bị ô nhiễm được cấp vào pha NẠP có thể được xác định một cách thích hợp theo BOD và/hoặc nitơ ở dạng nồng độ amoni trong nước bị ô nhiễm. Tỷ lệ của lượng nước bị ô nhiễm cấp vào so với toàn bộ lượng xử lý được gọi là tỷ lệ nạp. Nói chung, tỷ lệ nạp có thể là khoảng 10% đến 40%. Tỷ lệ nạp có thể tăng lên/giảm đi một cách thích hợp để pha loãng/điều chỉnh lượng nước bị ô nhiễm thành bùn hoạt tính. Chẳng hạn, khi nitơ ở dạng amoni trong nước bị ô nhiễm ở mức cao, thì người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng tỷ lệ nạp có thể giảm để tăng tỷ lệ pha loãng nước bị ô nhiễm cấp vào.

Pha PHẢN ỨNG và PHẢN ỨNG I được thực hiện trong điều kiện ưa khí. Vi khuẩn tích tụ phospho tái hấp thụ phospho, trong khi oxy hoá nitơ ở dạng amoni để giải phóng nitơ ở dạng nitrat. Pha PHẢN ỨNG hoặc PHẢN ỨNG I có thể được thực hiện ít nhất là đến khi hấp thụ phospho. Theo phương án cụ thể, pha PHẢN ỨNG hoặc PHẢN ỨNG I nằm trong khoảng từ khoảng 1 đến khoảng 3 giờ, và tốt hơn là khoảng 2 giờ.

Pha PHẢN ỨNG II được thực hiện trong điều kiện không ưa khí. Vi khuẩn khử nito khử nitrat, nghĩa là, khử nito ở dạng nitrat để giải phóng khí nito. Hơn nữa, nguồn cacbon có thể được thêm vào khi cần trong pha PHẢN ỨNG II. Nghĩa là để cung cấp nguồn dinh dưỡng cho vi khuẩn khử nito để khử nito. Việc khử nito bằng vi khuẩn khử nito không nhất thiết cần nguồn cacbon để phân huỷ (nghĩa là, axit béo dễ bay hơi) như khi cần trong việc giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho. Do đó, nguồn cacbon có thể là chất hữu cơ thoái biến sinh học bất kỳ có thể được thủy phân trong điều kiện kỵ khí. Ví dụ về các nguồn cacbon được thêm vào pha PHẢN ỨNG II bao gồm nước bị ô nhiễm, axit béo hoặc muối của nó, tinh bột, metanol, etanol, propanol, sacarit và hỗn hợp của chúng là chất thải nông nghiệp. Theo một phương án, khi nước bị ô nhiễm được thêm vào ở dạng nguồn cacbon trong pha PHẢN ỨNG II, nước bị ô nhiễm có thể được thêm vào ở lượng thấp hơn lượng nước bị ô nhiễm cấp vào ở pha NẠP. Pha PHẢN ỨNG II có thể được thực hiện tùy ý để giảm nồng độ ban đầu của nito ở dạng nitrat trong chu trình tiếp theo (nghĩa là, nồng độ ban đầu của nito ở dạng nitrat ở các giai đoạn sớm của pha NẠP). Đây là do nồng độ ban đầu của nito ở dạng nitrat của chu trình có thể giảm để thực hiện nhanh chóng việc khử nito trong pha NẠP, dẫn đến nhanh chóng đạt được điều kiện kỵ khí để giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho. Do đó, không cần khử nito hoàn toàn trong pha PHẢN ỨNG II để đạt được điều kiện kỵ khí miễn là mục đích làm giảm nồng độ ban đầu của nito ở dạng nitrat trong chu trình tiếp theo có thể được thực hiện. Vì vậy, pha PHẢN ỨNG II có thể được thực hiện cho đến khi hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính ở trong điều kiện thiếu oxy. Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng mục đích làm giảm nồng độ ban đầu của nito ở dạng nitrat có thể đạt được, ví dụ, miễn là nồng độ của nito ở dạng nitrat có thể giảm đến khoảng 5 mg/L hoặc thấp hơn. Theo phương án cụ thể, pha PHẢN ỨNG II có thể là khoảng 0,5 giờ đến khoảng 1,5 giờ và tốt hơn là khoảng 1 giờ.

Pha PHẢN ỨNG III được thực hiện trong điều kiện ưa khí. Vi khuẩn nitrat hóa có thể hấp thụ nitơ ở dạng amoni và giải phóng nitơ ở dạng nitrat, và vi khuẩn tích tụ phospho có thể hấp thụ phospho. Hơn nữa, quá trình xử lý ưa khí được thực hiện ở dạng pha PHẢN ỨNG III để làm tăng oxy hoà tan trong nước đã xử lý bởi vì việc thoát nước đã xử lý trong điều kiện thiếu oxy ra bên ngoài hệ thống có thể làm giảm chất lượng nước. Chẳng hạn, pha PHẢN ỨNG III có thể được thực hiện cho đến khi oxy hoà tan là khoảng 3 mg/L hoặc cao hơn và tốt hơn là 5 mg/L hoặc cao hơn. Do đó, pha PHẢN ỨNG III có thể được thực hiện trong khoảng 10 phút đến khoảng 60 phút và tốt hơn là trong khoảng 30 phút. Bùn dư cũng có thể được loại bỏ tuỳ ý trong pha PHẢN ỨNG III.

Pha LẮNG làm gián đoạn sự khuấy trộn hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính, cho phép lắng bùn hoạt tính, và tách hỗn hợp thành bùn hoạt tính và nước đã xử lý. Theo một phương án của sáng chế, nồng độ của nitơ ở dạng nitrat trong nước đã xử lý có thể là khoảng 1 đến 5 mg/L. Khi nồng độ của nitơ ở dạng nitrat nằm trong khoảng 1 đến 5 mg/L, việc khử nitơ trong pha NẠP trong chu trình tiếp theo có thể được thực hiện nhanh chóng. Pha RÚT sau khi LẮNG kéo ít nhất một phần nước đã xử lý ra khỏi bể xử lý.

Theo phương án được ưu tiên, giá trị ngưỡng của tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính là lượng axit béo dễ bay hơi mà có hiệu quả đối với vi khuẩn tích tụ phospho để giải phóng phospho. Lượng axit béo dễ bay hơi mà có hiệu quả đối với vi khuẩn tích tụ phospho để giải phóng phospho có thể thay đổi phụ thuộc vào BOD của nước bị ô nhiễm, chất lượng bùn hoạt tính, hoặc tương tự. Như được thể hiện trong ví dụ 2, lượng có thể được xác định bằng cách quan sát nồng độ của axit béo dễ bay hơi và phospho (PO_4) khi thêm axit béo dễ bay hơi. Theo phương án cụ thể, giá trị ngưỡng của tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp có thể là, nhưng không bị giới hạn ở, khoảng 10 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 11 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 12 mg/L hoặc lớn hơn,

khoảng 13 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 14 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 15 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 16 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 17 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 18 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 19 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 20 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 21 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 22 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 23 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 24 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 25 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 26 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 27 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 28 mg/L hoặc lớn hơn, khoảng 29 mg/L hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 30 mg/L hoặc lớn hơn. Theo phương án được ưu tiên, giá trị ngưỡng của tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là khoảng 15 mg/L hoặc lớn hơn. Theo phương án được ưu tiên hơn, giá trị ngưỡng của tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là khoảng 20 mg/L hoặc lớn hơn.

Lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào có thể là lượng mà dẫn đến tổng lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp là ở giá trị ngưỡng hoặc trên giá trị ngưỡng. Hơn nữa, đối với lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung, lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó có thể được thêm vào bằng cách xem xét các chất cho điện tử cần để khử nitrơ được mô tả ở trên. Lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung có thể được ước lượng từ nồng độ của nitrơ ở dạng amoni (NH_4) và nồng độ của axit béo dễ bay hơi và BOD trong nước bị ô nhiễm. Đặc biệt là, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể dễ dàng ước lượng được lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào từ các công thức hoá học 1 và 2. Đặc biệt, lượng NO_3^- được xử lý có thể được tính theo lượng NH_4^+ trong nước bị ô nhiễm dựa vào công thức hoá học 1, và lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó mà cần để cung cấp hydro để khử NO_3^- có thể được tính toán dựa vào công thức hoá học 2. Cần lưu ý là công thức hoá học 2 mô tả công thức phản ứng đối với trường hợp sử dụng axit axetic hoặc natri axetat đơn giản như ví dụ minh họa, nhưng cần hiểu rằng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó không phải axit axetic và natri axetat có thể được sử dụng. Cần lưu ý là rượu

thấp như metanol cũng có thể được sử dụng làm chất cho điện tử để khử nitrơ như được thể hiện trong công thức hoá học 2. Do đó, theo phương án thay thế, rượu như metanol (metanol, etanol, propanol, hoặc tương tự) có thể được sử dụng làm chất cho điện tử thay vì axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung.

Theo một phương án, axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào ở nồng độ bằng ít nhất khoảng 30 mg/L, ít nhất khoảng 40 mg/L, ít nhất khoảng 50 mg/L, ít nhất khoảng 60 mg/L, ít nhất khoảng 70 mg/L, ít nhất khoảng 80 mg/L, ít nhất khoảng 90 mg/L, ít nhất khoảng 100 mg/L, ít nhất khoảng 110 mg/L, ít nhất khoảng 120 mg/L, ít nhất khoảng 130 mg/L, ít nhất khoảng 140 mg/L, ít nhất khoảng 150 mg/L, ít nhất khoảng 160 mg/L, ít nhất khoảng 170 mg/L, ít nhất khoảng 180 mg/L, ít nhất khoảng 190 mg/L, ít nhất khoảng 200 mg/L, ít nhất khoảng 220 mg/L, ít nhất khoảng 240 mg/L, ít nhất khoảng 260 mg/L, ít nhất khoảng 280 mg/L, hoặc ít nhất khoảng 300 mg/L. Theo phương án khác, axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào ở nồng độ khoảng 30 đến khoảng 300 mg/L, khoảng 40 đến khoảng 280 mg/L, khoảng 50 đến khoảng 250 mg/L, hoặc khoảng 80 đến khoảng 220 mg/L. Theo phương án được ưu tiên, axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào ở nồng độ khoảng 80 đến khoảng 220 mg/L.

Khi natri axetat được thêm vào ở dạng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung, natri axetat được thêm vào ở nồng độ bằng ít nhất khoảng 50 mg/L, ít nhất khoảng 60 mg/L, ít nhất khoảng 70 mg/L, ít nhất khoảng 80 mg/L, ít nhất khoảng 90 mg/L, ít nhất khoảng 100 mg/L, ít nhất khoảng 110 mg/L, ít nhất khoảng 120 mg/L, ít nhất khoảng 130 mg/L, ít nhất khoảng 140 mg/L, ít nhất khoảng 150 mg/L, ít nhất khoảng 160 mg/L, ít nhất khoảng 170 mg/L, ít nhất khoảng 180 mg/L, ít nhất khoảng 190 mg/L, hoặc ít nhất khoảng 200 mg/L. Theo phương án được ưu tiên, natri axetat bổ sung được thêm vào ở nồng độ bằng ít nhất khoảng 88 mg/L.

Theo một phương án của sáng chế, nguồn cacbon có thể là chất hữu cơ bất kỳ

như nước bị ô nhiễm, axit béo, tinh bột, metanol, etanol, propanol, sacarit hoặc hỗn hợp của nó là chất thải nông nghiệp. Theo một phương án, nước bị ô nhiễm có thể được thêm vào làm nguồn cacbon khi tỷ lệ của các nồng độ BOD với nitơ ở dạng amoni trong nước bị ô nhiễm là 5 hoặc cao hơn và nitơ ở dạng amoni có mặt ở lượng 40 mg/L hoặc ít hơn. Nước bị ô nhiễm trong các điều kiện này có thể được sử dụng làm nguồn cacbon vì nước bị ô nhiễm này cũng có đủ các nguồn dinh dưỡng để khử nitơ. Do đó, pha PHẢN ỨNG II nhằm làm giảm nồng độ của nitơ ở dạng nitrat đến khoảng 5 mg/L hoặc ít hơn. Theo một phương án bổ sung nước bị ô nhiễm làm nguồn cacbon, nước bị ô nhiễm có thể được thêm vào trong pha PHẢN ỨNG II ở lượng ít hơn lượng nước bị ô nhiễm được cấp vào pha NẠP. Khi nước bị ô nhiễm được thêm vào ở dạng nguồn cacbon thì thường thêm lượng ít hơn lượng nước bị ô nhiễm được thêm vào pha NẠP. Ví dụ, tỷ lệ thể tích của nước bị ô nhiễm được thêm vào pha NẠP và nước bị ô nhiễm được thêm vào pha PHẢN ỨNG II có thể là khoảng 6:4 đến khoảng 9:1, khoảng 6,5:3,5 đến 8,5:1,5, hoặc khoảng 7:3 đến khoảng 8:2, và tốt hơn là khoảng 8:2.

Khi các điều kiện không phải các điều kiện nêu trên đối với BOD và nitơ ở dạng amoni trong nước bị ô nhiễm, nghĩa là, tỷ lệ của nồng độ của BOD với nitơ ở dạng amoni trong nước bị ô nhiễm là nhỏ hơn 5 hoặc nitơ ở dạng amoni có mặt ở lượng hơn 40 mg/L, nguồn cacbon không phải nước bị ô nhiễm có thể được thêm vào. Trong các điều kiện nước bị ô nhiễm này, nguồn dinh dưỡng để khử nitơ là không đủ, sao cho chất hữu cơ thoái biến sinh học bất kỳ mà có thể được thủy phân trong điều kiện kỵ khí như axit béo, tinh bột, metanol, etanol, propanol, sacarit hoặc hỗn hợp của nó là chất thải nông nghiệp, có thể được thêm vào thay vì sử dụng nước bị ô nhiễm làm nguồn cacbon. Khi nguồn cacbon không phải nước bị ô nhiễm được sử dụng, lượng đủ để có thể làm giảm nồng độ của nitơ ở dạng nitrat đến khoảng 5 mg/L hoặc ít hơn có thể được thêm vào pha PHẢN ỨNG II. Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng việc thêm nguồn cacbon nhằm làm

giảm nồng độ của nitơ ở dạng nitrat trong các giai đoạn sớm của chu trình bằng cách làm giảm nồng độ của nitơ ở dạng nitrat đến khoảng 5 mg/L hoặc nhỏ hơn. Do đó, nguồn cacbon bất kỳ có thể được sử dụng miễn là đạt được nồng độ của nitơ ở dạng nitrat bằng khoảng 5 mg/L hoặc ít hơn.

Theo một phương án, nguồn cacbon có thể là axit béo hoặc muối của nó. Axit béo hoặc muối của nó được thêm vào có thể bao gồm axit béo mạch trung bình với nhiều hơn 6 cacbon, axit béo mạch dài và các muối của chúng, nhưng tốt hơn là có thể là axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó. Tốt hơn là, axit béo dễ bay hơi bổ sung được thêm vào pha NẠP và nguồn cacbon được thêm vào pha PHẢN ỨNG II cùng là axit béo dễ bay hơi. Khi axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó được thêm vào làm nguồn cacbon, tỷ lệ thể tích của axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào pha NẠP và axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó được thêm vào làm nguồn cacbon trong pha PHẢN ỨNG II có thể là khoảng 6:4 đến khoảng 9:1 và tốt hơn là khoảng 8:2.

Theo một phương án của sáng chế, axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào pha NẠP có thể được chọn từ nhóm bao gồm axit formic, axit axetic, axit propionic, axit butyric, và các muối của chúng. Theo phương án cụ thể, axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào có thể được chọn từ axit axetic, axit propionic hoặc muối của nó. Theo phương án được ưu tiên, axit béo dễ bay hơi bổ sung được chọn từ natri axetat hoặc natri propionat có thể được thêm vào. Trong phương án được ưu tiên nhất, natri axetat có thể được thêm vào. Axit béo dễ bay hơi không phải axit axetic đạt được tác dụng giống như axit axetic, ngoại trừ vấn đề mùi.

Theo một phương án của sáng chế, độ pH của hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính trong pha NẠP có thể là khoảng 7,25 hoặc lớn hơn. Theo phương án khác, độ pH của hỗn hợp gồm nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính trong pha NẠP có thể là khoảng 7,5 hoặc lớn hơn, như khoảng 7,5 đến khoảng 9,0, khoảng 7,5 đến

khoảng 8,5, khoảng 7,5 đến khoảng 8,0, khoảng 8,0 đến khoảng 9,0, khoảng 8,0 đến khoảng 8,5, hoặc khoảng 8,5 đến khoảng 9,0.

Như được mô tả ở trên, sáng chế đã được mô tả bằng cách thể hiện các phương án được ưu tiên để dễ hiểu. Sáng chế được mô tả dưới đây dựa vào các ví dụ thực hiện sáng chế. Phần mô tả nêu trên và phần ví dụ thực hiện sáng chế dưới đây không làm giới hạn sáng chế, mà chỉ nhằm minh hoạ sáng chế. Do đó, phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở các phương án và các ví dụ được mô tả cụ thể ở đây và chỉ bị giới hạn bởi phạm vi yêu cầu bảo hộ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ so sánh 1: Quy trình bùn hoạt tính thông thường khi không thêm axit béo hoặc muối của nó

Fig. 2A là kết quả của việc quan sát oxy hoà tan (DO) trong một chu kỳ hoạt động trong thời gian 6 giờ (1 giờ NẠP, 2 giờ PHẢN ỨNG, 1,5 giờ LẮNG, và 1,5 giờ RÚT) và tỷ lệ nạp bằng 25%. Như được thể hiện trong profin DO trên Fig. 2A, DO trong pha NẠP giảm khi nước thải bắt đầu chảy vào, đạt điều kiện thiếu oxy sau 10 phút. Sự thay đổi theo đường zig-zag của DO ở pha PHẢN ỨNG trong đó sự thông khí/khuấy trộn được thực hiện do sự biến đổi DO tự động (khoảng biến đổi của DO: từ 2,5 đến 4,5 mg/L). Trong pha LẮNG trong đó sự thông khí/khuấy trộn bị gián đoạn, DO giảm ở giai đoạn sớm của pha, nhưng ổn định ở quanh khoảng 2 mg/L. Đó là bởi vì việc lắng bùn hoạt tính hoàn thành sau khoảng 30 phút từ khi khuấy gián đoạn, sao cho sau đó sự tiếp xúc giữa bùn và nước chứa oxy bị giới hạn đáng kể chỉ ở mặt phân cách rắn-lỏng.

Fig. 2B thể hiện các profin nồng độ của NH₄-N và NO₃-N. NH₄-N ở pha NẠP tăng do NH₄-N trong nước chưa xử lý chảy vào, và nồng độ giảm do nitrat hoá trong pha PHẢN ỨNG ưa khí. Trong khi đó, NO₃-N trong nước chưa xử lý chảy vào hầu như bằng không. Giá trị ban đầu ở giai đoạn NẠP phản ánh nồng độ

của chất lỏng còn lại từ chu trình trước đó. Nồng độ giảm do khử nitơ trong một giờ trong khi duy trì điều kiện thiếu oxy, nhưng nồng độ tăng lại do nitrat hoá $\text{NH}_4\text{-N}$ ở pha PHẢN ỨNG. Sự thay đổi này ở các nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ và $\text{NO}_3\text{-N}$ là phổ biến trong SBR.

Xử lý loại bỏ phospho đòi hỏi pha NẠP là điều kiện kỵ khí không có oxy hoà tan và oxy liên kết như NO_3 . Khoảng 3 đến 4 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$ còn lại ở cuối pha NẠP trên Fig. 2B, sao cho nó ở trong điều kiện thiếu oxy, nhưng không phải điều kiện kỵ khí. Theo cách này, các quy trình bùn hoạt tính thông thường không đạt đủ điều kiện kỵ khí để giải phóng phospho, nên khó loại bỏ sinh học đồng thời nitơ và phospho.

Ví dụ 1: SBR theo sáng chế

SBR được sử dụng trong ví dụ này được giải thích dưới đây.

Sử dụng SBR nhỏ (có máy khuấy và máy khuấy tán màng) với thể tích làm việc là 35 L như được thể hiện trong Fig. 3. SBR này được trang bị DO, độ pH, và cảm biến mức độ ORP và nhiệt kế điện tử. Trình tự được kiểm soát bằng PLC (bộ điều khiển logic lập trình được). Thiết bị này được cài đặt ở trạm xử lý nước thải ở thành phố Quezon, Philippin. Nước bị ô nhiễm được xử lý sơ bộ bằng cách loại bỏ các chất rắn như giấy, vải, và cao su trong nước thải bằng tấm chắn và tách dầu rắn lơ lửng và chất béo và chất tương tự bằng bể lưới và bể dầu được sử dụng chủ yếu làm đối tượng thử nghiệm.

Xem xét chất lượng nước bị ô nhiễm do kỹ thuật xử lý nước thải còn ở mức độ thấp ở Philippin, chính phủ Philippin đã thông báo Quy định hành chính DENR (DENR Administrative Order) số 2016-08 "Quy định về chất lượng nước và tiêu chuẩn dòng chảy ra nói chung vào năm 2016 - Water Quality Guidelines and General Effluent Standards of 2016" mới đây quy định việc hạn chế thải nitơ/phospho từ nước thải công nghiệp và nước thải nhà máy vào ngày 14/06/2016.

Xét theo quan điểm nêu trên, các tiêu chuẩn thải đối với $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, và $\text{PO}_4\text{-P}$ vô cùng khắt khe ở 0,5, 14, and 1,0 mg/L, tương ứng, bất kể vùng nước hay lượng thải. Các thí nghiệm được thực hiện trong các ví dụ theo các tiêu chuẩn thải.

Ví dụ 2: Khảo sát các điều kiện pha NẠP để giải phóng phospho

Ví dụ này khảo sát thời gian pha NẠP và nồng độ tối thiểu của các muối của axit béo dễ bay hơi được thêm vào để giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho.

Khảo sát thời gian pha NẠP

Bảng 3 thể hiện kết quả của việc xử lý bằng SBR, được hoạt động bằng cách thay đổi pha NẠP từ 1 giờ đến 2 giờ. COD, $\text{NH}_4\text{-N}$, và $\text{NO}_3\text{-N}$ của DÒNG RA được so sánh trước và sau khi thay đổi. Trong khi không quan sát thấy sự khác nhau đáng kể ở COD và $\text{NH}_4\text{-N}$, hiệu quả đáng kể biểu hiện ở $\text{NO}_3\text{-N}$. Giá trị trung bình của $\text{NO}_3\text{-N}$ ở dòng chảy ra trong 1 giờ của pha NẠP là 18,6 mg/L, cao hơn giá trị thải chuẩn là 14,0 mg/L của DENR. Tuy nhiên, việc kéo dài đến 2 giờ dẫn đến $\text{NO}_3\text{-N}$ bằng 5,4 mg/L, thấp hơn giá trị thải chuẩn. Lúc này, $\text{NH}_4\text{-N}$ và COD lần lượt còn dưới chuẩn thải là 0,5 mg/L và 100 mg/L, sao cho việc kéo dài là đủ khi đo để loại bỏ nitơ và COD. Tuy nhiên, $\text{NO}_3\text{-N}$ sau hai giờ NẠP chưa bao giờ dưới 1 mg/L.

Bảng 3

Ngày	DÒNG VÀO				DÒNG RA			
	COD (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	COD (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
Tháng 3 (Giai đoạn NẠP - 1 giờ)					18,6 > Chuẩn DENR			
8	35	28,0	0,7		16		17,0	
9	75	47,5	0,8		27	1,1	21,8	
10	65	29,7	0,5		29	0,1	21,7	
11	67	29,7	0,5		14	0,1	18,7	
15	62	32,2	1,2	13,6	11	0,2	13,8	10,5
16	77	23,9	0,4	13,9	31	0,4	7,7	
Tháng 4 (Giai đoạn NẠP - 2 giờ)					5,4 < Chuẩn DENR			
12	88	24,9	1,2		36	0,3	4,2	
13	64	25,1	0,9		29	0,2	2,5	
14	134	26,4	1,3		61	0,1	7,6	
15	139	27,8	1,0		24	0,1	8,6	
18	170	32,5	1,2		22	2,2	6,0	
19	176	30,6	0,9		34	0,1	5,3	
21	167	30,1	0,8		30	0,8	5,2	
25	166	31,6	0,5		22	0,2	3,6	

Ảnh hưởng của việc bổ sung natri axetat

4g natri axetat được bổ sung vào SBR (lượng chất lỏng 22,8L) sau khi lấy nước đã xử lý trong pha RÚT (nồng độ trong SBR là 176 mg/L) để nghiên cứu sự giải phóng phospho và sự hấp thu phospho trong điều kiện ưa khí trong thí nghiệm theo mẻ. Vì hầu hết VFA được tiêu thụ và không tồn tại vào cuối pha RÚT, ảnh hưởng của việc thêm natri axetat bên ngoài có thể được nghiên cứu trực tiếp.

Khoảng 4 mg/L NO₃-N mà còn lại nhanh chóng bị khử bằng cách thêm natri axetat, thu được trong điều kiện kỵ khí (Fig. 4). Điều này chứng minh rằng natri axetat là chất cho điện tử tuyệt vời để khử nitơ bằng vi khuẩn khử nitơ. PO₄ đạt 60 mg/L trong khoảng 2 giờ sau khi thêm natri axetat. Sự hấp thu phospho sau khi chuyển sang điều kiện ưa khí được hoàn thành trong khoảng 2 giờ, thể hiện trạng thái điển hình của PAO. Điều này chứng minh rằng việc khử nitơ bằng vi khuẩn khử nitơ nhanh chóng đạt được, và việc giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho bằng cách thêm natri axetat, ngay cả với nồng độ thấp của muối axit béo dễ bay hơi trong nước bị ô nhiễm.

Kiểm tra nồng độ tối thiểu của natri axetat cần để giải phóng phospho

Từ 0,5 g đến 4 g natri axetat được bổ sung vào SBR (lượng chất lỏng 22,8L) sau pha RÚT để thay đổi nồng độ chất lỏng trong SBR từ 22 mg/L đến 176 mg/L. Kết quả tìm thấy sự giải phóng PO₄ sạch ở lượng được bổ sung 2 g (được bổ sung ở nồng độ 88 mg/L) hoặc lớn hơn như được thể hiện trên Fig. 5A. Nghiên cứu nồng độ VFA ở lượng được bổ sung tại đó tìm thấy sự giải phóng. Như được thể hiện trên Fig. 5B, sự giải phóng ổn định xảy ra tại nồng độ 15 mg/L hoặc cao hơn, sao cho giá trị ngưỡng được ưu tiên theo sáng chế để giải phóng được xác định là 15 mg/L.

Ví dụ 3: Việc nạp liệu theo hai bước

Ví dụ này kiểm tra các điều kiện để hạ thấp nồng độ NO₃-N lúc bắt đầu pha NẠP để ngăn chặn việc tiêu thụ natri axetat bởi vi khuẩn khử nitơ trong pha NẠP và để nhanh chóng đạt được điều kiện kỵ khí. Về mặt này, sự nỗ lực được thực hiện sau pha PHẢN ỨNG trong điều kiện ưa khí để hạ thấp NO₃-N mà tăng trong điều kiện ưa khí với phản ứng khử nitơ bằng cách xử lý trong điều kiện thiếu oxy. Để cung cấp nguồn cacbon cần để khử nitơ khi xử lý trong điều kiện thiếu oxy, việc nạp liệu theo hai bước để cung cấp lại nước bị ô nhiễm được thực hiện.

Lượng đã nêu của nước bị ô nhiễm đã đưa vào được chia thành 80% cho lần đưa vào thứ nhất trong pha NẠP và 20% trong lần đưa vào thứ hai. Thời gian của chu trình được thiết đặt đến 8 giờ, và số lượng chu trình được thay đổi thành 3 chu trình mỗi ngày. Ngoài ra, tỷ lệ nạp được tăng từ 25% đến 35% sao cho lượng nước được xử lý mỗi ngày không giảm. Kết quả là, nồng độ của NO₃-N trong 2 giờ trong nửa thứ hai của pha NẠP giảm xuống 0,5 mg/L (Fig. 6B).

Ví dụ 4: Sử dụng nước thải

Ví dụ này tối ưu hóa điều kiện trên cơ sở kiểm tra điều kiện được tiến hành trong các ví dụ được mô tả ở trên và áp dụng điều kiện này cho nước thải.

Lượng được xác định là 3,07g/35L (nồng độ trong SBR là 88 mg/L), đó là lượng tối thiểu của natri axetat thêm vào đã khảo sát kiểm tra trong ví dụ 2. Chất cho điện tử cần để khử nitơ được bù lại bằng BOD trong nước bị ô nhiễm. Natri axetat được thêm vào 30 phút sau pha NẠP trong đó nước thải thô được bắt đầu đưa vào. SBR được vận hành sau đó theo trình tự mới sau đây (Bảng 4). Thời gian của chu trình được thiết đặt đến 8 giờ và tỷ lệ nạp được thiết đặt đến 35%, 80% trong số đó được bổ sung ở lần nạp thứ nhất trong pha NẠP và 20% còn lại được bổ sung ở lần nạp thứ hai trong pha PHẢN ỨNG II. Việc tái sục khí để tăng DO trong nước đã xử lý và việc loại bỏ bùn dư thừa được thực hiện trong pha PHẢN ỨNG III.

Bảng 4. Trình tự loại bỏ đồng thời nitơ và phospho

NẠP	3 giờ	Nạp (80% - 1 giờ)	<u>& Nạp VFA</u>
PHẢN ỨNG I	2 giờ	Sục khí	
PHẢN ỨNG II	1 giờ	Nạp (20% - 15 phút), trộn, không sục khí	
PHẢN ỨNG III	0,5 giờ	Sục khí để làm tăng DO và loại bỏ bùn dư	
LẮNG	1 giờ		
RÚT	0,5 giờ		

Fig. 7 thể hiện sự thay đổi nồng độ của COD, VFA, NO₃-N, NH₄-N, và PO₄ trong một chu trình được đo trong giai đoạn xử lý này. VFA được duy trì ổn định ở khoảng 22 mg/L, cao hơn giá trị ngưỡng, sao cho PO₄ được giải phóng sạch. Sự giải phóng này thể hiện rằng PAO có mặt trong đó có thể chủ động hấp thụ PO₄ trong điều kiện ưa khí. Trạng thái của NO₃-N và NH₄-N trong các pha NẠP và PHẢN ỨNG I thể hiện rõ ràng hoạt động của vi khuẩn khử nitơ và vi khuẩn nitrat hóa. Trong pha PHẢN ỨNG II trong khi thực hiện nạp lần thứ hai, NO₃-N mà đã tăng bởi phản ứng nitrat hóa lại được hạ thấp bằng cách khử nitơ.

Bảng 5 thể hiện nồng độ của COD, PO₄-P, NO₃-N, và NH₄-N của dòng ra khi

được xử lý liên tục trong khoảng 2 tháng theo trình tự này. Bất chấp sự thay đổi đáng kể về nồng độ dòng vào, nồng độ dòng ra ổn định đáp ứng tiêu chuẩn xả thải theo quy định của chính phủ Philippines.

Bảng 5. Chất lượng của nước đã xử lý

	DÒNG VÀO				DÒNG RA			
	COD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	COD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
19/07/2016	221	1,43	27,6	3,2	44	2,79	0,27	0,49
22/07/2016	280	0,32	28,6	3,5	57	5,92	0,33	0,54
26/07/2016	202	1,24	30,6	4,0	27	5,98	0,23	0,84
23/08/2016	153	0,43	26,4	3,4	5	6,19	0,05	1,59
26/08/2016	340	0,92	28,0	5,3	28	9,04	0	0,70
30/08/2016	143	1,56	28,0	3,1	19	6,41	0	0,38
02/09/2016	416	0,83	34,4	5,0	49	1,87	0	0,31
10/09/2016	108	0,83	34,4	19,8	22	0,76	0	0,39
14/09/2016	411	0,33	35,5	5,4	10	2,66	0	0,58
15/09/2016	176	1,07	29,3	6,3	0	1,30	0	0,37
16/09/2016	409	0,97	41,6	4,9	14	3,91	0,05	0,45
19/09/2016	195	1,02	25,5	3,7	26	2,27	0,07	0,16
20/09/2016	131	0,47	24,28	5,2	16	3,42	0,01	0,44
23/09/2016	200	0,83	22,93	4,13	16	2,53	0,16	0,42
Trung bình	242	0,88	29,8	5,5	24	4	0,08	0,55
DENR E.S.					100	14,0	0,5	1,0

Ví dụ so sánh 2: Loại bỏ phospho bằng cách sử dụng PAC

Có phương pháp loại bỏ nitơ bằng phản ứng vi sinh vật nitrat hóa/khử nitơ trong SBR và sau đó thêm PAC vào SBR để loại bỏ phospho (tại chỗ (in-situ)) và phương pháp loại bỏ hoàn toàn nitơ trong SBR và sau đó loại bỏ phospho khỏi nước đã xử lý bằng thiết bị đông tụ và kết tủa được chuẩn bị bên ngoài SBR (chuyển vị (ex-situ)). Ví dụ này đã cố gắng xử lý tại chỗ, không yêu cầu chuẩn bị thiết bị đông tụ và kết tủa mới. 9,2 ml dung dịch PAC 10% chứa nước (hoặc sử dụng 18,5 ml dung dịch PAC 5% chứa nước) được thêm vào PHẢN ỨNG II của SBR thực hiện nạp liệu theo hai bước để xử lý khoảng 2 tuần. Fig. 8 thể hiện kết quả xử lý và thay đổi về hàm lượng chất rắn lơ lửng trong bùn lỏng (MLSS) trong SBR. Ảnh trên Fig.

8 thể hiện các thay đổi về MLSS trong giai đoạn xử lý. Mặc dù bùn được rút ra như trong Ví dụ 4, nhưng MLSS tăng 80% trong hai tuần.

Bảng A sau đây thể hiện kết quả bắt đầu xử lý PAC tại chỗ từ ngày 10 tháng 11 năm 2016 (kiểm soát việc nạp liệu theo hai bước). Quan sát thấy sự tăng dần NH₄-N trong nước đã xử lý. Điều này chỉ ra sự giảm về hoạt tính của vi khuẩn nitrat hóa do sử dụng PAC. PAC cũng bao gồm kim loại nặng ức chế vi sinh vật, sao cho PAC được coi là vi khuẩn nitrat hóa đã ức chế.

Bảng A

	DÒNG VÀO				DÒNG RA			
	COD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	COD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
10/11/2016	120	0,3	23,9	3,7	69	0,2	18,6	3,5
14/11/2016	335	1,1	29,5	13,6	13	2,5	0,5	0,3
16/11/2016	203	0,5	33,2	14,3	16	1,3	4,5	0,9
18/11/2016	84	0,4	17,4	7,3	8	4,0	0,5	0,3
21/11/2016	93	0,5	21,4	9,2	11	1,6	8,7	1,0
23/11/2016	144	1,3	31,3	11,9	3	1,6	16,6	0,6
25/11/2016	145	0,5	20,5	8,3	17	1,1	14,4	0,6
28/11/2016	404	0,1	42,3	19,1	6	0,8	14,2	0,2
Trung bình	191	0,6	27,4	10,9	18	1,6	9,7	0,9
Tiêu chuẩn dòng ra					100	14	0,5	1,0

Các kết quả ở trên tiết lộ rằng bộ phận bổ sung như thiết bị đồng tụ và kết tủa là cần thiết để tránh tích tụ quá nhiều bùn thừa và để tránh ảnh hưởng tiêu cực đến vi sinh vật khi PAC được sử dụng. Điều này giải thích tính ưu việt của việc xử lý bằng vi sinh vật mà không sử dụng PAC như theo sáng chế.

Ví dụ 5: Đo các thông số khác nhau của quy trình lọc cặn thải

Bảng 6 thể hiện các nồng độ của COD, NO₃-N, NH₄-N, và PO₄ trong phần lọc được phân tách bằng máy ép trực vít của cặn thải ở trạm xử lý tại nơi thử nghiệm. Các thay đổi về nồng độ của chúng rất ấn tượng, và giá trị của N và P cực

kỳ cao so với giá trị của COD. Xử lý nước bị ô nhiễm với tỷ lệ C/N thấp và tỷ lệ C/P thấp điển hình này là vô cùng khó khăn.

Bảng 6. Hàm lượng tạp chất trong phần lọc của cặn thải

Ngày	COD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
04/01/2016	188	0,3	82,6	44,7
17/03/2016	305	0,5	79,4	35,5
18/03/2016	322	1,3	83,4	37,9
30/03/2016	159	1,0	89,9	41,4
31/03/2016	182	0,5	88,5	42,2
07/04/2016	215	2,0	155,9	49,8
08/04/2016	343	1,0	138,0	48,1
04/05/2016	210	0,9	136,1	48,7
04/06/2016	227	1,3	152,9	55,4
Trung bình	239	1,1	107	44,2

Bảng 7 thể hiện khả năng phân hủy sinh học của COD trong phần lọc so với nước thải. Sự thay đổi về chất lượng nước của phần lọc của cặn thải không chỉ ấn tượng, mà đáng ngạc nhiên là có rất nhiều BOD₅ chỉ khoảng 30 mg/L mặc dù nồng độ COD cao trên 400 mg/L. Tỷ lệ BOD/COD trung bình của phần lọc trong giai đoạn quan sát là 22%, hạ thấp đáng kể so với tỷ lệ BOD/COD là 80% đối với nước thải. Ngoài ra còn có ví dụ đặc biệt với tỷ lệ BOD/COD bằng 5% (18 mg/L BOD đến 356 mg/L COD), là yếu tố chính làm cho việc xử lý xả thải ổn định vô cùng khó khăn.

Bảng 7. So sánh BOD và COD của cặn thải và nước thải

Lọc cặn thải			Nước thải		
Ngày	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	Ngày	COD (mg/L)	BOD (mg/L)
11/01/2016	181	24	09/03/2015	168	134
19/01/2016	136	137	30/03/2015	194	154
25/01/2016	336	93	22/04/2015	125	99
23/02/2016	356	18	27/04/2015	200	159
07/03/2016	291	135	13/05/2015	237	190
14/03/2016	466	53	20/05/2015	197	158
31/03/2016	439	31			
Trung bình	315	70		187	149
BOD/COD		0,22			0,80

Ví dụ 6: Xử lý phân lọc của cặn thải

Như được thể hiện trong bảng 6 và 7, nước thải thử nghiệm là nước thải cực kỳ khó xử lý, với tỷ lệ BOD/COD trung bình chỉ 20% và nồng độ NH₄-N trung bình cao bằng 110 mg/L. PO₄ cũng thể hiện giá trị cao bằng 45 mg/L. Ví dụ này kiểm tra quy trình xử lý SBR của nước bị ô nhiễm, là thứ rất khó xử lý theo cách này.

1. Xem xét sơ bộ

Đối với việc xử lý nước thải bằng SBR này, giá trị ngưỡng của VFA để giải phóng phospho bằng PAO cũng được thiết đặt đến 15 mg/L như đối với nước thải. Lượng natri axetat nhỏ nhất được thêm vào pha NẠP để đạt được mức này được xác định là 3,07 g/35 L (nồng độ trong SBR là 88 mg/L). Natri axetat được thêm vào sau 30 phút từ khi bắt đầu cung cấp nước bị ô nhiễm. Như đã thảo luận, nước thải thử nghiệm có hàm lượng BOD rất thấp và không chứa lượng cacbon cần để khử nitơ và loại bỏ NH₄-N trung bình là 110 mg/L. Natri axetat là chất cho điện tử một cách hiệu quả để khử nitơ. Lượng yêu cầu có thể được ước tính từ công thức hợp thức để khử nitơ nêu trong công thức hóa học 1 và công thức hóa học 2. 70% lượng ước tính được bổ sung natri axetat thêm bên ngoài và 30% còn lại được cung

cấp cho các thành phần BOD trong nước thải. Kết quả là, lượng natri axetat thêm bên ngoài bằng 5,04 g/chu trình bao gồm lượng để giải phóng phospho.

Các hoạt động khác của SBR được chạy theo trình tự mới (bảng 4). Thời gian của chu trình được thiết đặt đến 8 giờ và tỷ lệ nạp được thiết đặt đến 20%, 80% trong số đó được thêm vào ở lần nạp thứ nhất trong pha NẠP và 20% còn lại được thêm vào ở lần nạp thứ hai trong pha PHẢN ỨNG II. Việc tái sục khí để tăng DO trong nước đã xử lý và loại bỏ bùn dư được thực hiện trong pha PHẢN ỨNG III. Trình tự được chạy từ ngày 30 tháng 9 năm 2016 đến ngày 3 tháng 10 năm 2016. Fig. 9 thể hiện các thay đổi về nồng độ PO_4 , NH_4-N , và NO_3-N ở chu trình trong giai đoạn này.

Rõ ràng từ Fig. 9, việc giải phóng phospho được thực hiện trong pha NẠP. Cũng quan sát thấy sự tái hấp thu phospho trong PHẢN ỨNG I. Tuy nhiên, lần nạp thứ hai trong PHẢN ỨNG II chỉ dẫn đến sự tăng NH_4-N do nước thải đầu vào, và sự giảm NO_3-N rất nhỏ do quá trình khử nitơ. Điều này cho thấy rằng có một số thành phần BOD trong nước thải đầu vào được sử dụng trong quá trình khử nitơ nên quá trình khử nitơ không xảy ra. Đã phát hiện ra rằng việc nạp liệu theo hai bước không thể đạt được mục tiêu ban đầu của nó với nồng độ NH_4-N cao và nồng độ BOD thấp như trong nước thải thử nghiệm.

2. Cải biến trình tự (định lượng theo hai bước)

Về mặt này, việc định lượng theo hai bước, mà cung cấp natri axetat ở mỗi pha NẠP và pha PHẢN ỨNG II, được bắt đầu. Hơn nữa, nồng độ NH_4-N chảy vào cũng cao hơn so với giá trị dự kiến ban đầu bằng 110 mg/L, sao cho nồng độ chảy vào được đặt lại thành 180 mg/L và lượng natri axetat được thêm vào đến 5,49 g/chu trình, 80% trong số đó được thêm vào khi định lượng lần thứ nhất trong pha NẠP và 20% được thêm vào khi định lượng lần thứ hai trong pha PHẢN ỨNG II. Việc sử dụng định lượng theo hai bước dẫn đến nồng độ NO_3-N còn lại giảm và sự

giải phóng và tái hấp thu phospho đạt yêu cầu như được thể hiện trên Fig. 10 và Fig. 11.

Tuy nhiên, tình huống bất thường xảy ra từ ngày 19 tháng 10 năm 2016 đến ngày 24 tháng 10 năm 2016, khi $\text{NH}_4\text{-N}$ vượt quá 200 mg/L và đạt 300 mg/L. Sự tăng đột ngột $\text{NH}_4\text{-N}$ dẫn đến nồng độ $\text{NO}_3\text{-N}$ còn lại tăng trong pha NẠP và pha PHẢN ỨNG, không chỉ ức chế việc giải phóng phospho mà còn ức chế sự tái hấp thu phospho. Đã phát hiện ra rằng bùn không phải là cặn thải, mà là phân lọc tạm thời, là bùn dư được khử nước từ trạm xử lý bùn hoạt tính hoạt động liên tục. Tuy nhiên, để giảm bớt thiệt hại đối với bùn hoạt tính bằng cách tăng $\text{NH}_4\text{-N}$ đột ngột như vậy, tỷ lệ nạp được hạ thấp từ 20% đến 15% để tiếp tục xử lý. Với các biện pháp này, bùn hoạt tính mà bị hư hại bởi nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ cao được thu hồi trong 10 ngày, sao cho chất lượng nước đã xử lý sau khi thu hồi thỏa mãn tiêu chuẩn nước thải mới của DENR. Theo cách này, ngay cả nước bị ô nhiễm rất khó loại bỏ đồng thời cả nitơ và phospho như phân lọc của cặn thải cũng có thể được xử lý bằng cách sử dụng định lượng theo hai bước. Hơn nữa, ngay cả trong trường hợp tình huống bất thường như việc tăng $\text{NH}_4\text{-N}$ nhanh chóng trong nước bị ô nhiễm, tình huống như vậy có thể được xử lý thích đáng bằng cách thay đổi tỷ lệ nạp một cách thích hợp (bảng 8).

Bảng 8. Dòng thời gian của quá trình xử lý lọc cặn thải

	Dòng chảy vào				Dòng chảy ra			
	COD	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	COD	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
30/09/2016	192	0,6	170,3	11,5	64	13,5	4,2	0,5
03/10/2016	189	0,8	165,2	14,2	63	10,4	0,0	0,4
07/10/2016	178	1,1	106,8	9,1	67	7,3	0,4	0,8
10/10/2016	183	0,8	176,3	10,4	83	5,2	0,4	0,7
12/10/2016	193	1,9	148,9	17,2	65	6,3	0,3	0,7
14/10/2016	234	1,0	137,6	16,4	90	5,7	0,2	0,8
17/10/2016	146	0,4	140,5	16,9	90	4,4	0,2	0,8
19/10/2016	402	0,3	197,1	16,2	90	7,0	0,6	1,4
21/10/2016	273	0,75	292,1	18,1	134	16,4	0,8	5,4
24/10/2016	389	1,75	256,2	17,6	282	31,6	0,9	13,7
26/10/2016	135	1,66	161,3	14,9	122	9,6	0,5	6,3
28/10/2016	177	0,42	163,6	14,6	110	2,4	0,5	2,6
31/10/2016	377	0,92	184,1	17,7	121	1,0	0,4	1,7
01/11/2016	168	0,22	189,4	17,2	155	1,5	0,8	2,1
02/11/2016	211	0,22	191,3	16,1	137	3,2	0,59	1,3
03/11/2016	237	0,24	175,0	14,5	101	0,4	0,59	1,1
04/11/2016	247	0,18	202,1	15,3	26	0,7	0,55	0,5
Tiêu chuẩn đồng ra DENR					100	14	0,5	1,0

Thảo luận

Các điểm quan trọng để thực hiện xử lý đồng thời nitơ/phospho trong nước thải và phân lọc cặn thải được tóm tắt dưới đây.

1) Khi tỷ lệ nồng độ của BOD với nitơ ở dạng amoni trong nước bị ô nhiễm bằng 5 hoặc lớn hơn và nitơ ở dạng amoni có mặt ở lượng 40 mg/L hoặc thấp hơn, thì việc nạp liệu theo hai bước (thêm nước bị ô nhiễm làm nguồn cacbon trong PHẢN ỨNG II) được thực hiện để giảm NO₃-N sinh ra ở pha PHẢN ỨNG II bằng cách khử nitơ nhiều nhất có thể. Việc này tạo thuận lợi để đạt được điều kiện kỵ khí ở pha NẠP trong chu trình tiếp theo. Trong điều kiện này, natri axetat để đảm bảo giá trị ngưỡng của VFA cần để giải phóng phospho từ POA được thêm vào. Phương pháp này cho phép xử lý đồng thời nitơ/phospho trong nước thải.

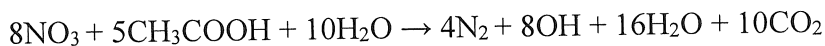
2) Đối với nước thải không phải loại đáp ứng các điều kiện nêu trên, nghĩa là, BOD cực thấp và lượng cực lớn nitơ ở dạng amoni, việc nạp liệu theo hai bước

không có tác dụng để khử trong $\text{NO}_3\text{-N}$. Đối với nước thải này, $\text{NO}_3\text{-N}$ sinh ra trong pha PHẢN ỨNG giảm do bổ sung chất cho điện tử bên ngoài. Natri axetat là chất cho điện tử tuyệt vời để khử nitơ. Định lượng theo hai bước, mà định lượng natri axetat riêng trong pha NẠP và pha PHẢN ỨNG II, đạt hiệu quả. Natri axetat định lượng ở pha NẠP được dùng khi giải phóng phospho và khử nitơ. Natri axetat dùng trong PHẢN ỨNG II được dùng khi khử nitơ.

Tính toán lượng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được thêm vào

Trong Ví dụ 4 và 6, natri axetat thường được sử dụng ở dạng axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung. Lượng natri axetat tối thiểu được thêm vào được xác định là 3,07 g/35L (nồng độ trong SBR là 88 mg/L) như được thảo luận trong Ví dụ 2. Khi chất cho điện tử không đủ để khử nitơ, lượng natri axetat cần để khử nitơ có thể tăng từ lượng tối thiểu được thêm vào. Sau đây là phương pháp tính toán lượng natri axetat cần để khử nitơ.

Từ công thức hóa học 2 rút ra được công thức:



Để khử nitơ 1 mol NO_3 thì cần 0,625 mol axit axetic.

(1) Lượng natri axetat được thêm vào trong Ví dụ 4

$\text{NH}_4\text{-N}$ trung bình trong nước thải đầu vào là khoảng 30 mg/L. Khi tỷ lệ nạp là 35%, thì lượng $\text{NH}_4\text{-N}$ mới chảy vào SBR là $(30 \text{ mg/L}) (35\text{L} \times 0,35) = (367,5 \text{ mg})$. $\text{NH}_4\text{-N}$ được oxy hóa hoàn toàn và chuyển hóa thành $\text{NO}_3\text{-N}$ (367,5 mg) trong SBR. Đó là 26,3 mmol khi thể hiện theo lượng mol của $\text{NO}_3\text{-N}$. Theo công thức hợp thức nêu trên liên quan đến việc khử nitơ, CH_3COOH cần để khử nitơ là 16,4 mmol. CH_3COOH bằng 0,98 g khi được biểu thị theo khối lượng, và CH_3COONa tương ứng sẽ là 1,35 g.

Tuy nhiên, sau khi xử lý bằng cách nạp liệu theo hai bước trong Ví dụ 3, nồng

độ $\text{NO}_3\text{-N}$ giảm xuống quanh khoảng 2 mg/L, và bằng khoảng 3 mg/L khi bắt đầu pha NAP (Fig. 6B). Natri axetat không được thêm vào để khử nitơ, theo quan điểm việc khử nitơ được xử lý bằng các thành phần BOD trong nước thải chảy vào. Do đó, natri axetat được thêm vào ở 3,07 g/35 L để đạt được giá trị ngưỡng bằng 15 mg/L mà cần cho sự giải phóng phospho bằng PAO.

(2) Ví dụ 6 (1. Xem xét sơ bộ)

Khi $\text{NH}_4\text{-N}$ trung bình bằng khoảng 110 mg/L trong nước thải chảy vào và tỷ lệ nạp bằng 20%, thì lượng $\text{NH}_4\text{-N}$ mới chảy vào SBR là $(110 \text{ mg/L}) (35 \text{ L} \times 0,2) = 770 \text{ mg}$. $\text{NH}_4\text{-N}$ được oxy hóa hoàn toàn và chuyển hóa thành $\text{NO}_3\text{-N}$ (770 mg) trong SBR. Đó là 55 mmol khi thể hiện theo lượng mol của $\text{NO}_3\text{-N}$. Theo công thức hợp thức nêu trên liên quan đến việc khử nitơ, CH_3COOH cần để khử nitơ là 34,3 mmol. CH_3COOH là 2,06 g khi được biểu thị theo khối lượng, và CH_3COONa tương ứng sẽ là 2,81 g. Phần lọc bao gồm rất ít thành phần BOD mặc dù chứa $\text{NH}_4\text{-N}$ ở nồng độ cực kỳ cao. Do đó, 70% natri axetat ước lượng từ công thức hợp thức để khử nitơ được bổ sung bên ngoài và còn 30% là các thành phần BOD trong phần lọc, sao cho 1,97 g được thêm tiếp vào lượng tối thiểu 3,07 g đã thêm. Do đó, natri axetat được thêm vào được xác định là 5,04 g/35 L.

(3) Ví dụ 6 (2. Thay đổi trình tự)

Vì nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ trong phần lọc cao hơn mong đợi, nên nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ trung bình của nước thải chảy vào được thiết lập lại đến khoảng 180 mg/L và tỷ lệ nạp đến 15% để tính toán lại lượng natri axetat được thêm vào. Lượng natri axetat được thêm vào được xác định là 5,49 g/35 L bằng phương pháp tính toán tương tự như trong (2).

Như được mô tả ở trên, sáng chế được minh họa bằng cách sử dụng các phương án được ưu tiên. Tuy nhiên, được hiểu rằng phạm vi của sáng chế nên được hiểu là chỉ dựa vào yêu cầu bảo hộ. Cũng cần hiểu rằng bằng sáng chế bất kỳ, đơn

yêu cầu cấp bằng sáng chế bất kỳ, và các tài liệu tham khảo bất kỳ được trích dẫn ở đây được kết hợp để tham khảo như thể các nội dung này được bộc lộ cụ thể trong bản mô tả này. Sáng chế hưởng quyền ưu tiên từ đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2016-245606 nộp ngày 19/12/2016. Toàn bộ nội dung của đơn ưu tiên này được kết hợp ở đây để tham khảo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp loại bỏ hợp chất phospho và hợp chất nitơ trong nước bị ô nhiễm trong một bể xử lý duy nhất bằng quy trình SBR (sequencing batch reactor: phản ứng theo mẻ liên tục), trong đó phương pháp này bao gồm các bước theo thứ tự sau:

(A1) đo nồng độ axit béo dễ bay hơi trong nước bị ô nhiễm;

(A2) đưa nước bị ô nhiễm vào bể xử lý chứa bùn hoạt tính tạo thành hỗn hợp nước bị ô nhiễm và bùn hoạt tính, đặc trưng ở việc thêm axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung sao cho lượng axit béo dễ bay hơi trong hỗn hợp bằng hoặc cao hơn giá trị ngưỡng, dựa trên nồng độ của axit béo dễ bay hơi trong nước bị ô nhiễm đo được ở bước (A1);

(B) xử lý không ưa khí hỗn hợp trong bể xử lý cho đến khi phospho được giải phóng bằng vi khuẩn tích tụ phospho;

(C-1) xử lý ưa khí hỗn hợp đã được xử lý không ưa khí trong bể xử lý cho đến khi phospho bị hấp thụ bởi vi khuẩn tích tụ phospho;

(C-2) đưa nguồn cacbon vào bể xử lý;

(C-3) tiếp tục xử lý không ưa khí hỗn hợp trong bể xử lý;

(C-4) tiếp tục xử lý ưa khí hỗn hợp đã được xử lý không ưa khí trong bể xử lý;

(D) để lắng bùn hoạt tính trong hỗn hợp để tách bùn hoạt tính và nước đã xử lý; và

(E) rút ít nhất một phần nước đã xử lý ra khỏi bể xử lý;

trong đó bùn hoạt tính bao gồm ít nhất là vi khuẩn nitrat hóa, vi khuẩn khử nitơ, và vi khuẩn tích tụ phospho,

trong đó giá trị ngưỡng là lượng axit béo dễ bay hơi cần để giải phóng phospho bằng vi khuẩn tích tụ phospho ở bước (B).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (B) ít nhất là đến khi hỗn hợp ở trong điều kiện kỵ khí.
3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (B) ít nhất là đến khi nitrat bị hấp thụ bởi vi khuẩn khử nitơ và phospho được giải phóng khỏi vi khuẩn tích tụ phospho.
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (C-4) ít nhất là đến khi phospho bị hấp thụ bởi vi khuẩn tích tụ phospho.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thêm nguồn cacbon trong bước (C-2) ở lượng tại đó nitrat bị hấp thụ bởi vi khuẩn khử nitơ.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (C-3) ít nhất là đến khi hỗn hợp ở trong điều kiện thiếu oxy.
7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc thực hiện bước (C-3) ít nhất là đến khi nitrat bị hấp thụ bởi vi khuẩn khử nitơ.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó giá trị ngưỡng nằm trong khoảng từ khoảng 15 mg/L đến khoảng 30 mg/L, trong đó khoảng là đề cập đến $\pm 10\%$ giá trị bằng số tiếp theo.
9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó giá trị ngưỡng là khoảng 20 mg/L, trong đó khoảng là đề cập đến $\pm 10\%$ giá trị bằng số tiếp theo.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó phương pháp này đặc trưng ở việc sử dụng nước bị ô nhiễm làm nguồn cacbon khi tỷ lệ nồng độ của BOD (Biochemical oxygen demand: nhu cầu oxy sinh hóa) với nitơ ở dạng amoni trong nước bị ô nhiễm là 5 hoặc lớn hơn và nitơ ở dạng amoni có mặt ở

lượng 40 mg/L hoặc ít hơn, nếu không thì sử dụng chất hữu cơ không phải là nước bị ô nhiễm.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó bổ sung được chọn từ nhóm bao gồm axit axetic, axit propionic, và các muối của chúng.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó độ pH của hỗn hợp ở bước (B) là khoảng 7,5 hoặc lớn hơn, trong đó khoảng là đề cập đến $\pm 10\%$ giá trị bằng số tiếp theo.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó phương pháp này không bao gồm bước bổ sung chất đông tụ hóa học.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó nồng độ của nitơ ở dạng nitrat trong nước đã xử lý nằm trong khoảng 1 đến 5 mg/L, trong đó khoảng là đề cập đến $\pm 10\%$ giá trị bằng số tiếp theo.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, trong đó nguồn cacbon là axit béo dễ bay hơi hoặc muối của nó.

Fig. 1

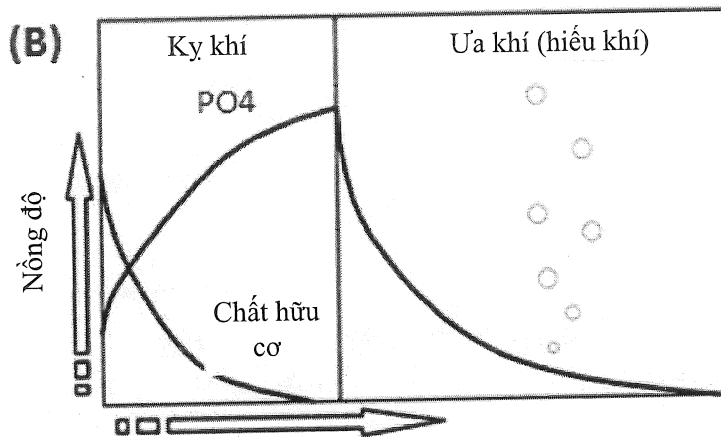
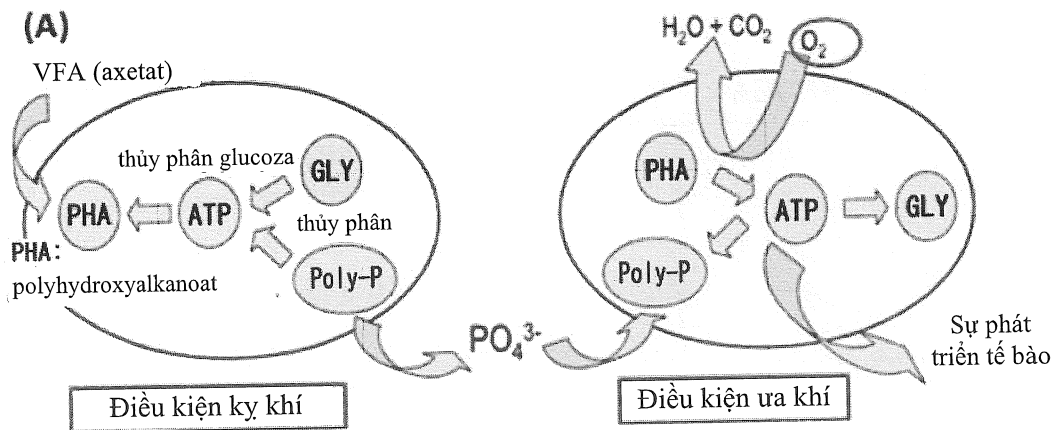


Fig. 2A

Đồ thị oxy hòa tan theo thời gian

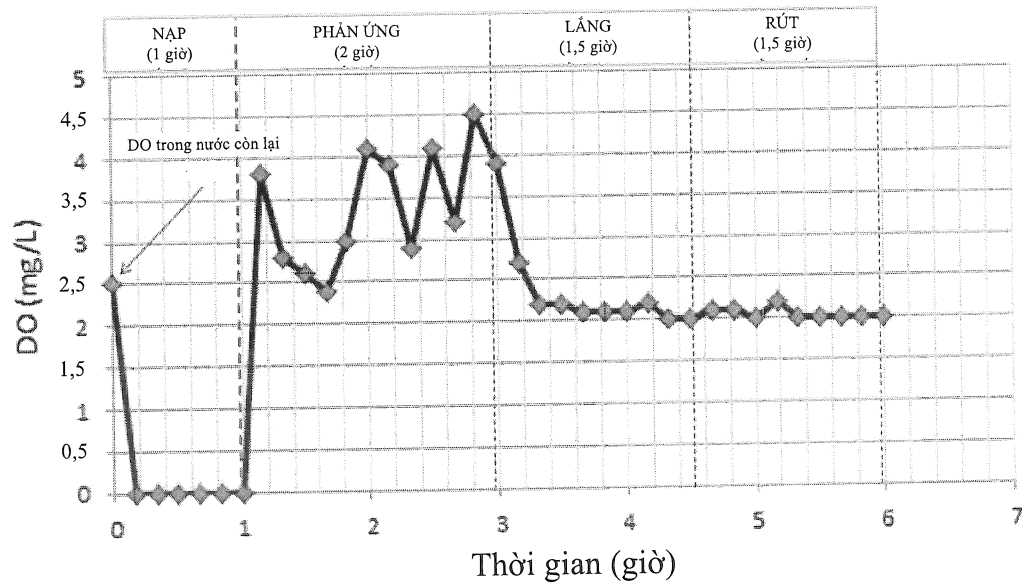


Fig. 2B

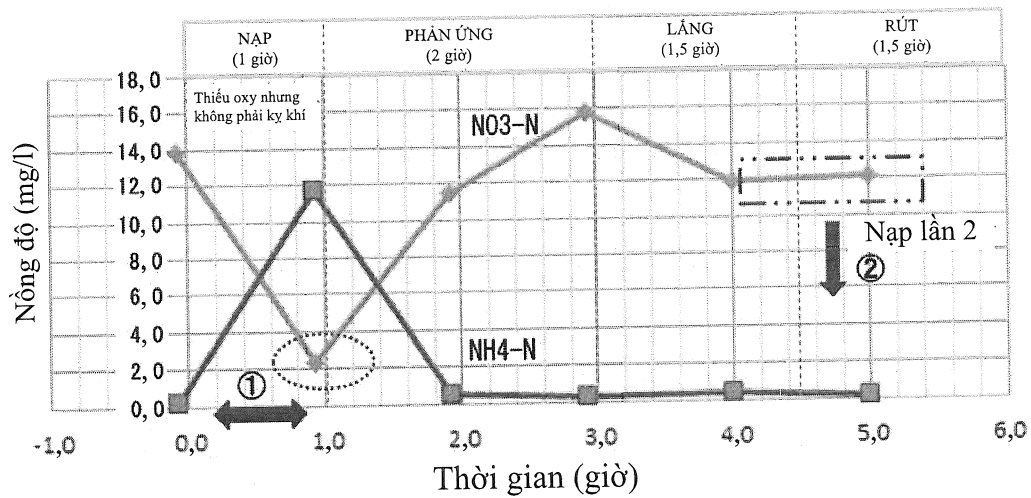
Đồ thị NH₄-N & NO₃-N theo thời gian

Fig. 3

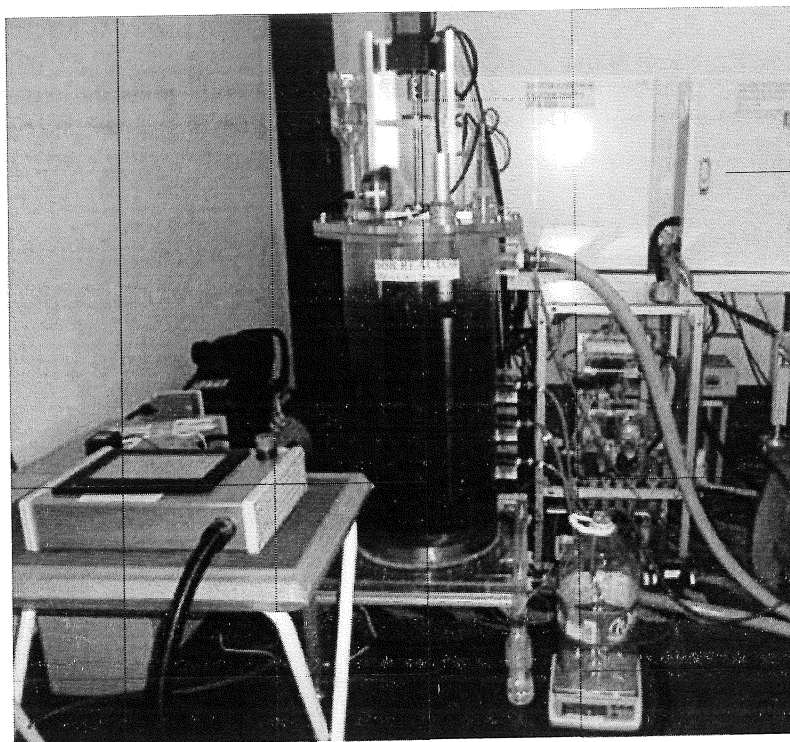
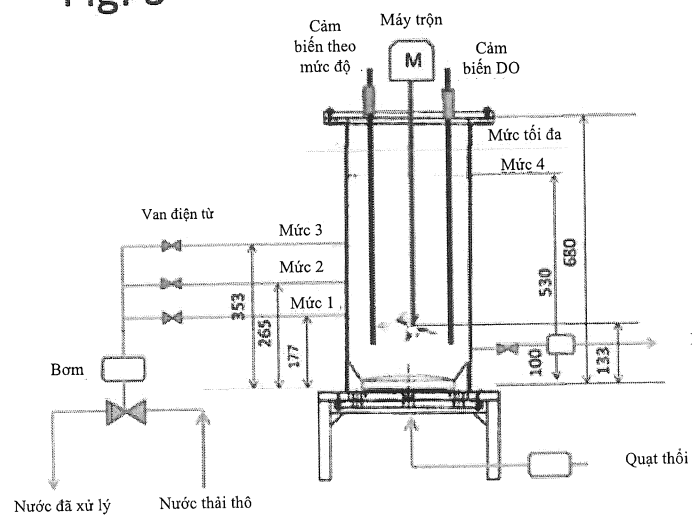


Fig. 4

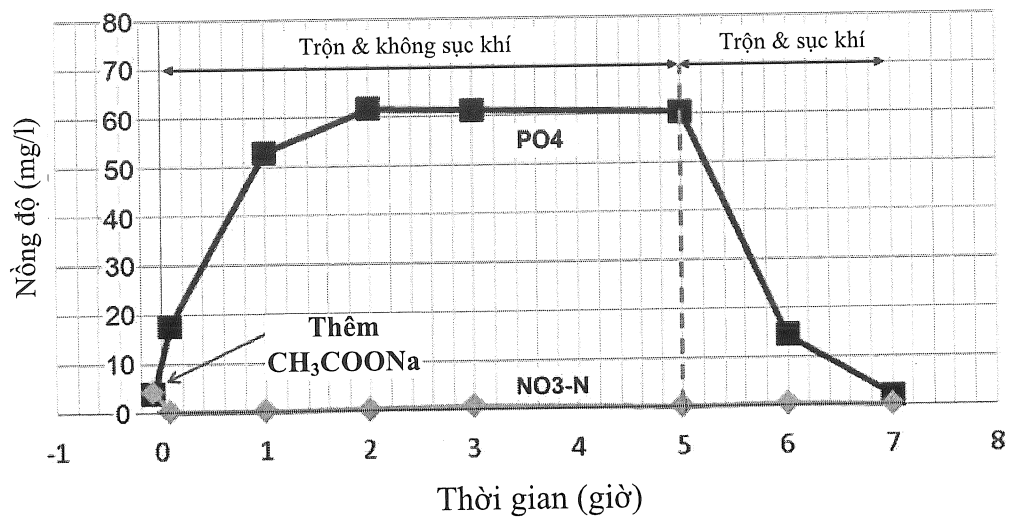


Fig. 5A

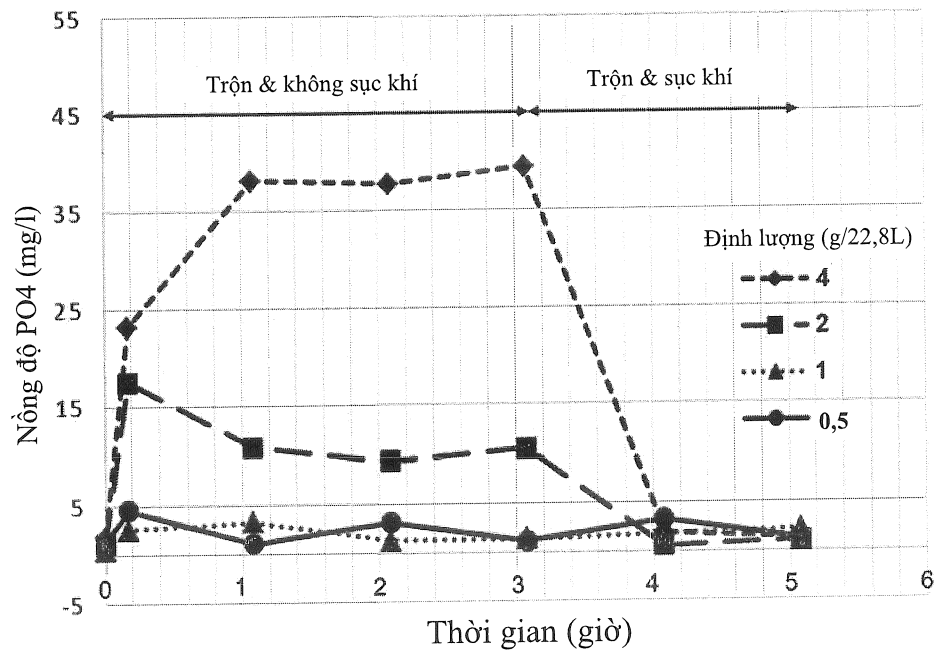
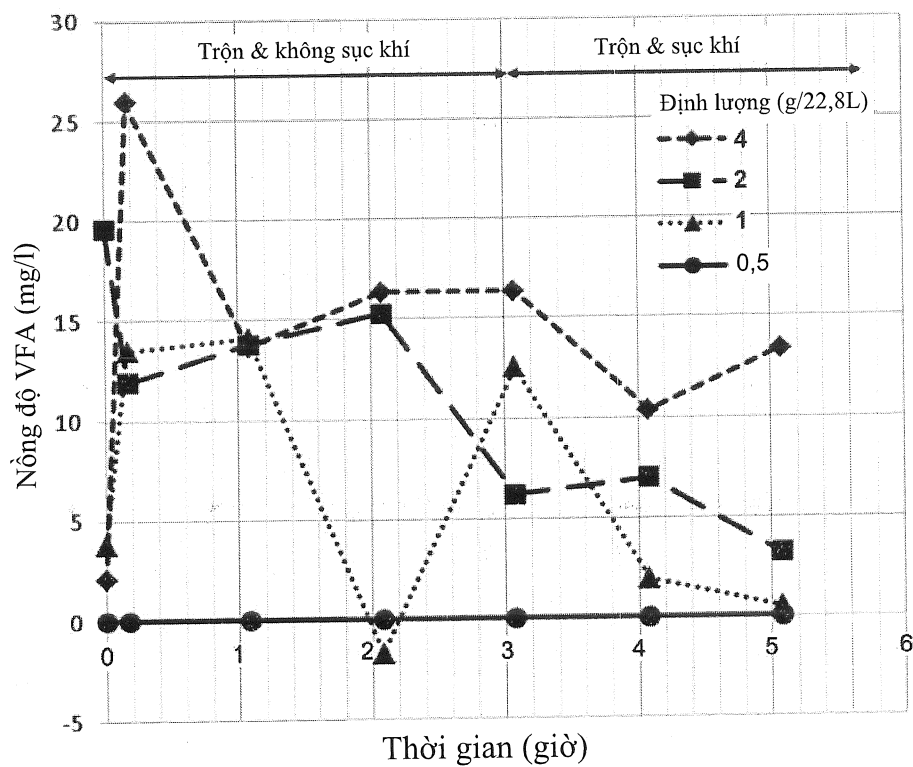


Fig. 5B



5/11

Fig. 6A

Đồ thị oxy hòa tan theo thời gian

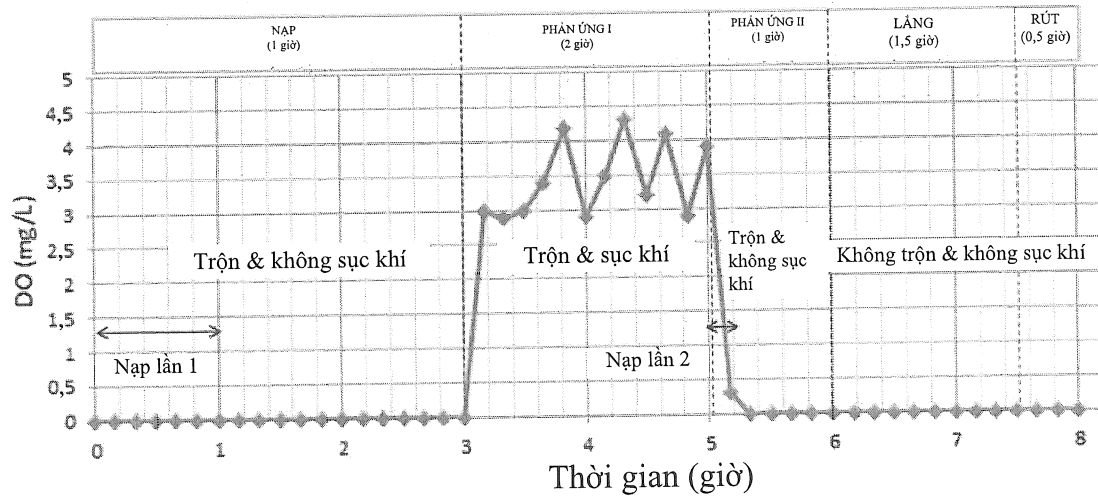


Fig. 6B

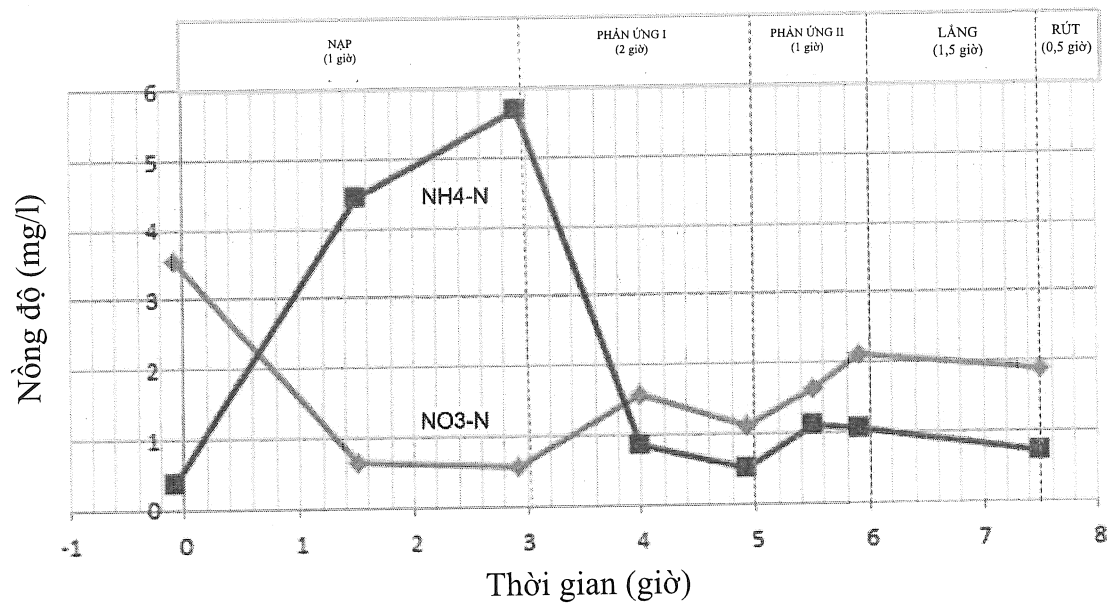
Đồ thị NH₄-N & NO₃-N theo thời gian

Fig. 7

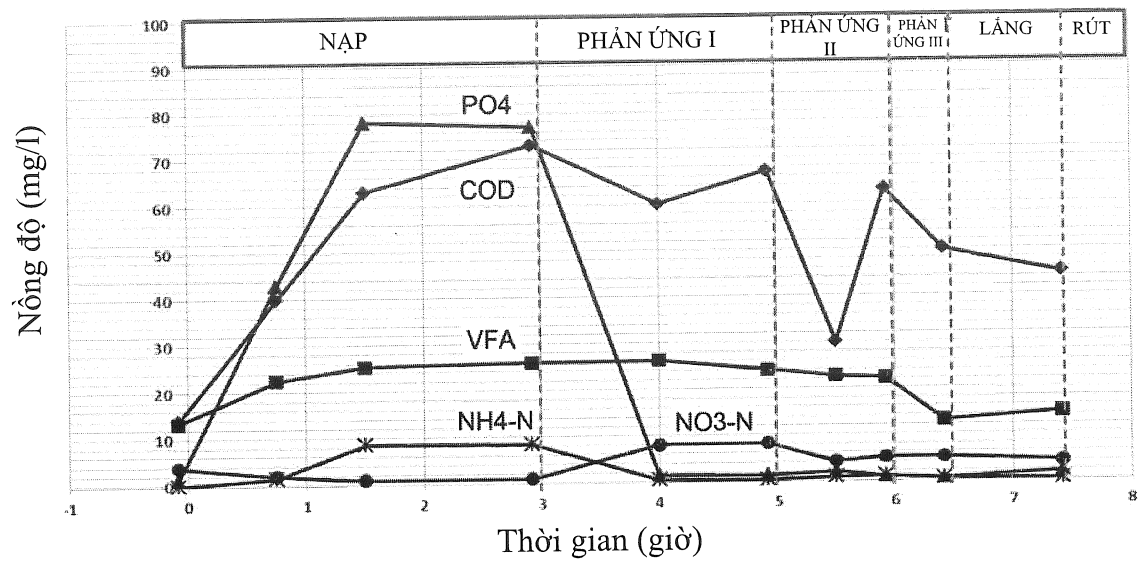
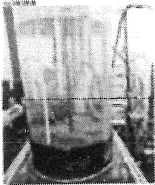
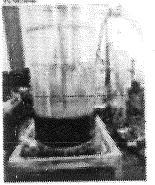
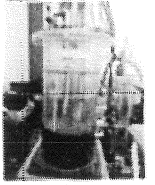
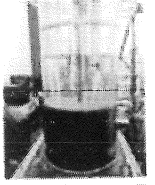
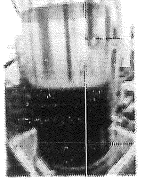
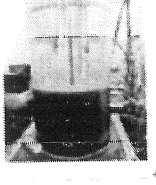


Fig. 8

Ngày: 14/11	18/11	21/11	23/11	25/11	28/11
					
MLSS (mg/L)					
2140	2730	2820	3260	3540	3820

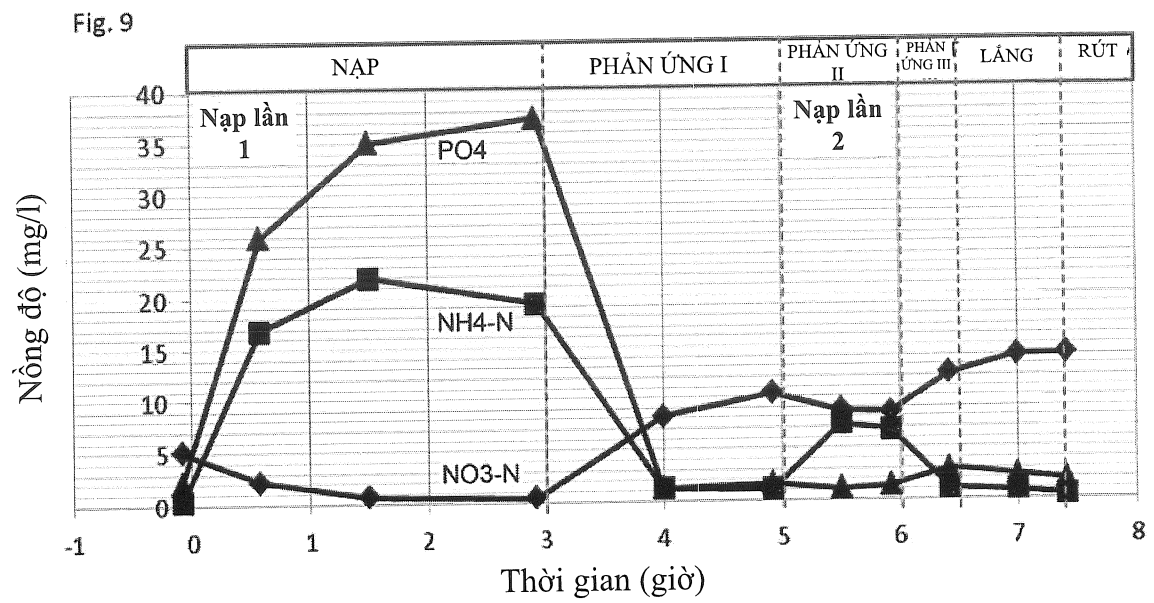


Fig. 10

