

Khả năng áp dụng bể Biofor cho xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp ở Việt Nam

The ability to applicate Biofor for municipal wastewater and industrial wastewater in Vietnam

Hà Xuân Ánh

Tóm tắt

Kết quả của các giải pháp tiên tiến được thực hiện trong nước và trên thế giới đã chỉ ra rằng việc sử dụng bể lọc sinh học trong xử lý nước thải công nghiệp (IWW-Industrial wastewater) nói riêng và nước thải đô thị (MWW-Municipal wastewater) nói chung đã trở thành một chu trình xử lý đặc biệt hiệu quả. Trong xử lý nước thải đô thị, tự nó có thể tiến hành lọc sinh học thứ cấp (loại bỏ cacbon và nitơ). Thêm vào đó, chu trình này đặc biệt phù hợp với việc nitrat hóa và khử nitrat trong xử lý nước uống. Mục tiêu của bài báo là đánh giá khả năng áp dụng bể Biofor – một trong những kỹ thuật oxy hóa lọc sinh học có dòng chảy lên cho xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp, để từ đó làm cơ sở cho việc xem xét ứng dụng một cách có hiệu quả trong quá trình xử lý nước thải hiện đại tại Việt Nam.

Từ khóa: Lọc sinh học, chu trình cấp khí, khả năng oxy hóa, sản phẩm bùn dư

Abstract

The result of progress made is that now, biofiltration has become a particularly advantageous treatment process in both Industrial wastewater (IWW) and Municipal wastewater (MWW). In MWW treatment, it makes it possible to carry out secondary biological purification (removal of carbon and nitrogen). Moreover, in the treatment of drinking water, these processes are particularly suited for nitrification and denitrification. The aim of the paper presents the treated application of Biofor – one of the biofilter oxidation techniques with an upflow, from which this research will provide a basis for the study of effective application of modern wastewater treatment process in Vietnam.

Key words: Biofiltration, process air, oxygenation capacity, excess sludge production.

1. Mở đầu

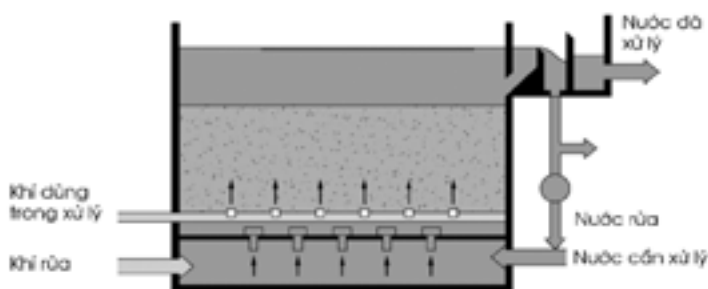
Thuật ngữ lọc sinh học, được sử dụng trong xử lý nước thải đô thị, thường bao gồm các quy trình dẫn đến việc sản xuất nước sau khi xử lý tuân thủ các tiêu chuẩn xả thải thông thường. Về mặt thực tế, bể lọc sinh học có thể hoạt động mà không cần bể lắng thứ cấp. Hàm lượng SS của nước thải được xử lý đạt dưới 50 mg/l. Tại đây, quá trình lọc chậm của nước uống, trên cát mịn (dưới 1 mm ES), là một dạng lọc sinh học khác được áp dụng rất hiệu quả đối với nước được xử lý có hàm lượng độ đục thấp (thí nghiệm của Degremont tại La-Barre-de-Monts, Pháp vào năm 1973). Thuật ngữ lọc sinh học, được sử dụng trong xử lý nước thải đô thị, thường bao gồm các quy trình dẫn đến việc sản xuất nước sau khi xử lý tuân thủ các tiêu chuẩn xả thải thông thường. Theo Degremont [2], kỹ thuật lọc sinh học này sử dụng sinh khối có nồng độ lớn hơn bùn hoạt tính và có những ưu điểm sau:

- Tiết kiệm trong không gian do loại bỏ giai đoạn làm sạch nước bằng bể lắng thứ cấp. Đồng thời, kiểm soát các tác động có hại (mùi và âm thanh) và tạo ra các công trình đơn vị có giá trị về mặt kinh tế.
- Ít có nguy cơ bị rò rỉ, dễ dàng xử lý các biến thể dòng chảy.
- Thích nghi dễ dàng với sự thay đổi lưu lượng và tải lượng ô nhiễm.
- Khởi động lại nhanh, ngay cả sau khi dừng hoạt động vài tháng.
- Xây dựng mô-đun và tự động hóa dễ dàng.

Oxy có thể được thực hiện bằng cách hòa tan hoặc sử dụng oxy tinh khiết, hoặc bằng cách chuyển trực tiếp không khí vào lò phản ứng. Trong trường hợp chuyển trực tiếp, hướng dòng chảy tương ứng của không khí và nước đặc biệt quan trọng. Việc thực hành lọc nước uống là minh chứng của thí nghiệm dòng chảy với luồng không khí ngược dòng trong lò phản ứng. Kỹ thuật này dẫn đến sự chậm lại và sự kết tụ của các hạt không khí được cấp vào, do đó hình thành các túi khí trong khối hạt. Đây là hiện tượng liên kết không khí bao gồm các nhược điểm sau:

- Tăng tổn thất ban đầu dẫn đến giảm lưu lượng nước cần thiết được xử lý.
- Việc cấp khí liên tục không hoàn toàn do nhu cầu sinh học mà là vì cơ học và chế độ thủy lực. Đôi lúc việc bơm không khí quá mức này sẽ gây ra nhiễu loạn trong quá trình xử lý.

Kỹ thuật sử dụng bộ lọc sinh học có dòng chảy lên (Biofor) được lựa chọn như là một trong những giải pháp nhằm khắc phục nhược điểm trên. Quá trình xử lý diễn ra cùng với tốc độ tăng trưởng thấp của vi khuẩn nitrat hóa, hạn chế đáng kể tắc nghẽn và do đó, giảm nguy cơ gây liên kết không khí.



Hình 1. Cấu tạo bể Biofor [3]

ThS. Hà Xuân Ánh

Bộ môn Thoát nước

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường Đô thị,

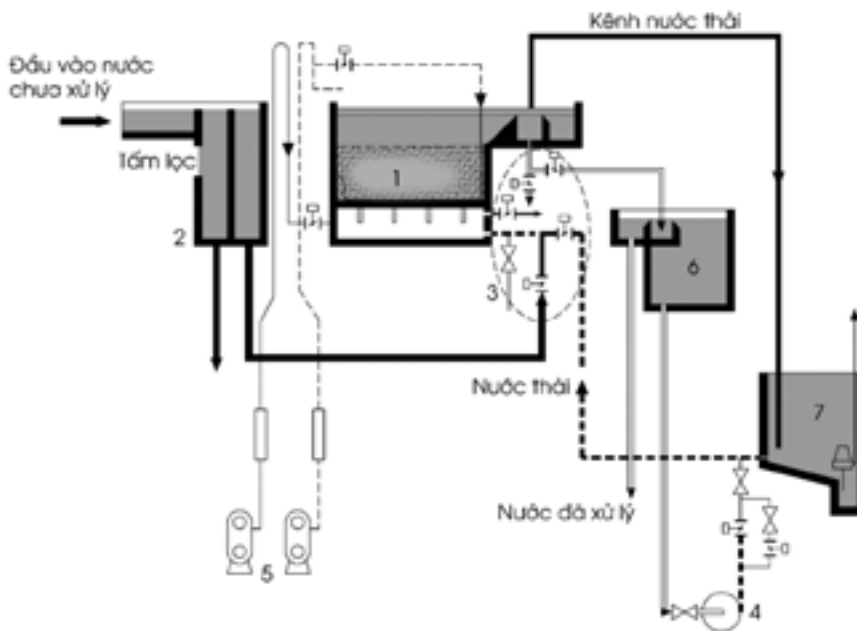
ĐT: 0904 88 79 88

Email: haxuananh.hau@gmail.com

Ngày nhận bài: 02/6/2020

Ngày sửa bài: 03/6/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022



Hình 2. Sơ đồ dây chuyền công nghệ [2]

2. Giới thiệu về Biofor

a) Cấu tạo của Biofor

Biofor (Biological Filtration Oxygenated reactor) hay còn gọi là lò phản ứng oxy hóa lọc sinh học, là bộ lọc sinh học có dòng chảy lên, trong đó không khí và nước xử lý được bơm qua một mạng lưới các bộ khuếch tán bong bóng mịn, gọi là Oxazur. Biolite là môi trường lọc, các hạt và mật độ của chúng được chọn tùy từng ứng dụng. [1]

Đây là một hệ thống lọc sinh học hiếu khí với dòng nước và không khí (Hình 1). Việc cấp oxy được thực hiện bằng cách đưa không khí tiếp xúc đồng thời với nước.

Công nghệ xử lý được thiết lập như sau (hình 2):

- (1) Khoang phản ứng thường được làm bằng bê tông, hoạt động song song (hoặc có thể là hai khoang nối tiếp, trong trường hợp loại bỏ kết hợp ô nhiễm carbon với nitrat hóa).
- (2) Đơn vị phân phối nước cần xử lý.
- (3) Hệ điều khiển truy cập vào các van tự động và hệ thống đường ống, đáy bộ lọc, cống,...
- (4) Khu vực dành cho máy bơm rửa ngược.
- (5) Khu vực dành cho máy thổi khí và máy nén khí đa dạng.
- (6) Bể chứa nước được xử lý để phục vụ cho quá trình rửa sạch rửa.
- (7) Bể chứa để thu hồi nước rửa, có bơm thoát nước.

b) Vận hành

Nước thải cần xử lý vào liên tục dưới đáy bể lọc Biofor và được phân phối trên toàn bộ diện tích lọc bởi các đầu lọc đặt dưới đáy bể. Sau đó, nước đi qua lớp vật liệu lọc Biolite. Ở đây, các thành phần cặn lơ lửng có trong nước thải được giữ lại. Các chất ô nhiễm gốc carbon và nitơ được loại bỏ bởi nồng độ sinh khối bám dính cao mà nó giữ lại trên lớp vật liệu tiếp xúc trong suốt quá trình lọc.

Trong các kiểu của quá trình xáo trộn (để xử lý BOD và Nitrate hóa), không khí được đưa vào phía dưới thấp hơn các đầu phân phối khí của bể lọc Biofor. Việc thiết kế dòng

nước thải từ dưới lên giúp hạn chế phát sinh mùi vì nước thu được sau khi xử lý ở trên bề mặt bể lọc.

Quá trình Biofor được sử dụng chủ yếu để xử lý BOD, TSS và ô nhiễm ammonia trong xử lý bậc 2 và bậc cao. Nước thải đầu ra được xử lý bằng công trình Biofor thích hợp với tiêu chuẩn chất lượng cao cho với các chỉ tiêu nhờ quá trình lọc với vật liệu Biolite.

Do hệ thống Biofor được thiết kế để xử lý ở các tải trọng hữu cơ cao hơn các hệ thống thông thường, các hạng mục có thể thích ứng với vận tốc lọc cao hơn. Hệ thống Biofor cho phép xử lý các chất ô nhiễm hòa tan và tách cặn lơ lửng trong một bể phản ứng tích hợp, vì vậy bể lắng sinh học phía sau là không cần thiết. Hệ thống điều khiển bằng PLC sẽ tự động hóa công tác vận hành của quá trình lọc. [5].

Điểm nổi bật của quá trình:

- Thích nghi dễ dàng với sự thay đổi lưu lượng và tải trọng ô nhiễm.
- Giải pháp tốt cho những nơi không gian bị hạn chế.
- Không phát sinh mùi hôi.
- Các hạng mục xây dựng cho phép dễ dàng mở rộng nhà máy trong tương lai.
- Không cần bể lắng thứ cấp.

Biofor thường được sử dụng sau quá trình lắng hoặc tuyển nổi, các bước này có thể được bắt đầu bằng quá trình keo tụ. Kết quả đưa ra sau khi ứng dụng công nghệ Biofor tại La Bare de Monts (1973) và Nottre Dame de Gravenchon (1980). [2]

- Khử BOD₅ trong nước thải có nồng độ dưới 300mg/l.
- Khử hàm lượng SS trong nước thải có nồng độ dưới 150 mg/l.
- Loại bỏ amoniac bằng cách oxy hóa thành nitrat.
- Khử nitrat hóa nước mà không cần thêm chu trình cấp khí.

c) Sản phẩm bùn dư

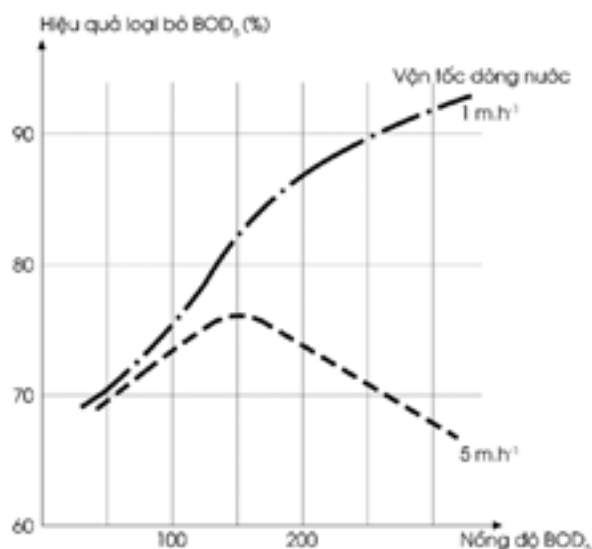
Sản phẩm bùn dư thấp hơn so với hàm lượng thấp của bùn hoạt tính. Thời gian lưu nước ngắn hơn.

Nước rửa, trong đó có nồng độ SS nằm trong khoảng từ 2-3 g/l, sẽ được đưa trở về giai đoạn tiền xử lý nếu trong nhà máy có thiết bị lắng hoặc tuyển nổi, hoặc sẽ được xử lý riêng bằng cách lắng hoặc tuyển nổi trước khi xả ra môi trường.

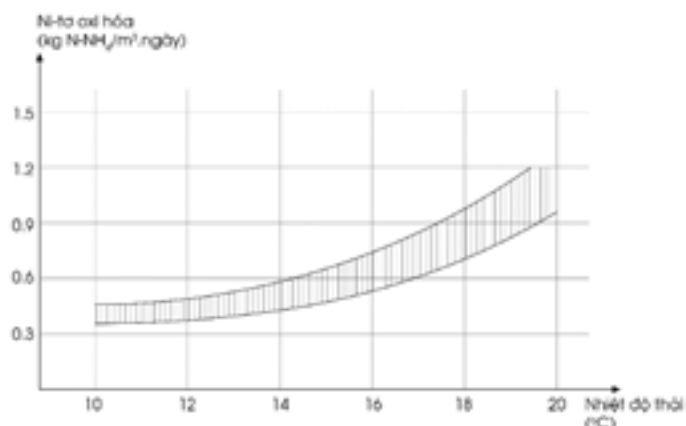
d) Kết quả

- Chu trình cấp khí – Khả năng oxy hóa – Năng lượng tiêu thụ

Lưu lượng cấp khí có thể thay đổi, phụ thuộc vào điều kiện xử lý, trong khoảng từ 4-15 Nm³/m² cho mỗi khu vực phản ứng trong mỗi giờ. Vì hiệu suất truyền oxy trong các điều kiện xử lý thực tế đạt khoảng 20%, khả năng oxy hóa có thể thay đổi từ 0.3 đến 0.9 kg O₂/m².h. Điện năng tiêu thụ của quá trình oxy hóa có thể xuống tới 0.75 kWh đối với mỗi kg BOD₅ bị khử (ở chế độ đủ tải). Năng lượng điện tiêu thụ cho việc thau rửa định kỳ (cấp không khí và nước) phải được thêm vào là khoảng 0.1 KWh cho mỗi kg BOD₅ được xử lý.



Hình 3. Khử BOD₅ [2]



Hình 4. Oxy hóa ammoniac thành nitrat [2]

- Khử SS

Quy trình xử lý của Biofor phụ thuộc vào 1 số các yếu tố: Tải trọng thủy lực và nồng độ SS có trong nước. Trong xử lý nước thải đô thị, hiệu quả khử SS với hàm lượng trong khoảng 100 mg/l, thay đổi trong khoảng từ 70-85% với vận tốc khử từ 2 đến 6 m/h.

- Khử BOD₅

Không giống như SS, việc loại bỏ BOD₅ ít bị ảnh hưởng bởi kích thước của vật liệu lọc. Đối với nồng độ nước thải trung bình của đô thị, thì tải trọng BOD₅ được sử dụng là từ 2 đến 6 kg BOD₅/m³.ngày, trong đó hiệu quả loại bỏ BOD₅ thay đổi trong khoảng từ 75% đến 85% (Hình 3).

- Oxy hóa amoniac thành nitrat

Trong nước thải đô thị, sau khi loại bỏ ô nhiễm carbon, có thể nitrat hóa 1 kg N-NH₄ /m³.ngày ở 20°C. Ở 12°C, con số này chỉ là 0,45 kg N-NH₄/m³.ngày (Hình 4).

3. Khả năng áp dụng hệ thống Biofor tại Việt Nam

Kỹ thuật lọc sinh học có dòng chảy lên cho thấy tốc độ các vật chất hữu cơ bị hao mòn không đổi khi độ dày màng sinh học làm giới hạn oxy ở cả những lớp màng sâu nhất. Đồng thời, trong màng hiếu khí, quá trình tăng trưởng vi sinh bám dính có mức độ hoạt động cụ thể cao hơn so với trong môi trường lơ lửng.

Do hệ thống Biofor được thiết kế để xử lý ở các tải trọng hữu cơ cao hơn các hệ thống thông thường, các hạng mục có thể thích ứng với vận tốc lọc cao hơn. Hệ thống Biofor cũng cho phép xử lý các chất ô nhiễm hòa tan và tách cặn lơ lửng trong một bể phản ứng tích hợp. Do đó không cần thiết phải xây dựng bể lắng sinh học phía sau, qua đó tiết kiệm được không gian và chi phí.

Việc xử lý nước thải (bao gồm cả nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp) đang là một trong những vấn đề được đặc biệt quan tâm và được xem là một trong những thách thức lớn đối với các đô thị tại các quốc gia đang phát triển, trong đó có Việt Nam.

Với các ưu điểm của mình cho các đặc thù của đô thị như tiết kiệm không gian, không phát sinh mùi hôi, dễ dàng mở rộng, hệ thống Biofor có nhiều lợi thế khi triển khai áp dụng tại Việt Nam. Hiện nay, đã có một số hệ thống xử lý nước thải theo công nghệ lọc sinh học được xây dựng tại Việt Nam như Nhà máy xử lý nước thải tại Khu công nghiệp VSIP Quảng Ngãi, nhà máy xử lý nước thải ở Đà Lạt... Bên cạnh đó, đã có nhiều hệ thống xử lý nước thải quy mô nhỏ (10-20m³ /ngày đêm) theo công nghệ Biofor được lắp đặt cho các doanh nghiệp.

4. Kết luận

Dựa trên các phân tích về lý thuyết và thực nghiệm, bài báo đã tổng hợp lại các kết quả chứng minh cho việc ứng dụng Biofor có thể đem lại hiệu quả cao trong quá trình xử lý nước thải đô thị và công nghiệp. Việc lựa chọn công trình xử lý lọc sinh học nói chung và bể Biofor nói riêng là một khâu quan trọng trong quá trình thiết kế trạm xử lý nước thải tại Việt Nam, có tác động trực tiếp đến hiệu quả kinh tế kỹ thuật cho công trình, chính vì vậy cần có những nghiên cứu thực nghiệm sâu hơn để giúp cho việc ứng dụng Biofor đạt được hiệu quả xử lý tối ưu. Đây cũng là nội dung mà tác giả sẽ nghiên cứu và trình bày trong những bài báo tiếp theo./.

Tài liệu tham khảo

1. Larry D. Benefield (1980). *Biological Process design for Wastewater treatment*, D. Benefield, Larry, W. Randall. Clifford. Prentice- Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 07632.
2. Degremont (1991). *Water treatment handbook, Volume 1,2*. Degremont, Sixth edition.
3. Metcalf & Eddy (2013). *Wastewater engineering, Treatment and Resource Recovery*, Inc. McGraw-Hill Education, Thirth edition..
4. Lâm Minh Triết, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Phước Dân (2006). *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp. Tính toán thiết kế công trình*. NXB Đại học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh.