



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

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

(11) 
2-0001797

(51)⁷ **G01N 27/26**

(13) **Y**

(21) 2-2015-00278

(22) 18.09.2015

(45) 27.08.2018 365

(43) 27.03.2017 348

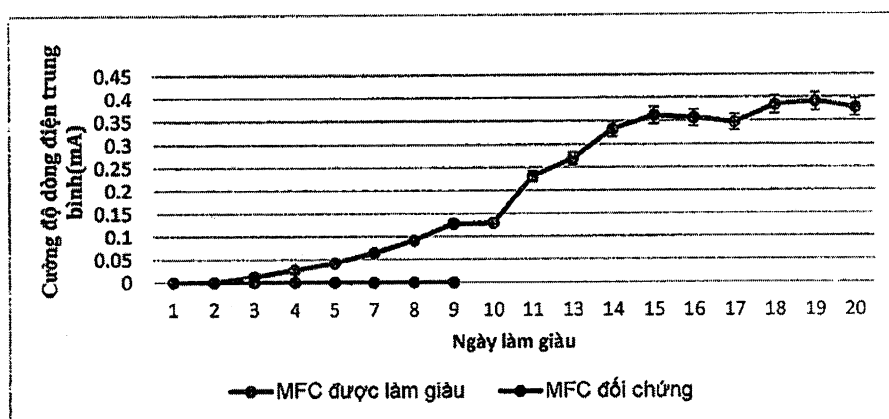
(73) **TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN - ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
(VN)**

Số 334 Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội

(72) **Phạm Thế Hải (VN), Nguyễn Quang Huy (VN), Bùi Thị Việt Hà (VN), Nguyễn Thị
Thu Thủy (VN)**

(54) **QUY TRÌNH SỬ DỤNG THIẾT BỊ PIN NHIÊN LIỆU VI SINH VẬT ĐỂ ĐÁNH
GIÁ NHANH CHẤT LƯỢNG NƯỚC THẢI SAU XỬ LÝ**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sử dụng thiết bị pin nhiên liệu vi sinh vật (MFC) để đánh giá nhanh chất lượng nước thải sau xử lý bằng cách so sánh cường độ dòng điện sinh ra khi vận hành thiết bị MFC với mẫu nước thải bất kỳ với dòng điện chuẩn định trước. Quy trình theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước lọc bỏ cặn của nước thải để tránh làm tắc đường ống dẫn; pha nước thải đã lọc bỏ cặn với dung dịch đệm và cấp hỗn hợp dung dịch vào khoang anốt của thiết bị MFC; cấp tuần hoàn nước bão hòa oxy qua khoang catốt của thiết bị MFC; đo dòng điện sinh ra nhờ thiết bị MFC liên tục trong thời gian 2 giờ, thu thập và phân tích để lấy giá trị dòng điện trung bình; và thu thập số liệu, phân tích so sánh dòng điện trung bình thu được với dòng điện chuẩn và kết luận về hàm lượng BOD của chất thải. Thiết bị MFC theo giải pháp hữu ích sử dụng hệ vi sinh vật điện hóa có nguồn gốc từ nguồn đất tự nhiên và đã được làm giàu trước khi đưa vào sử dụng, cho hiệu quả đánh giá nhanh hàm lượng BOD của nước thải.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ quan trắc môi trường, cụ thể là đề cập đến quy trình sử dụng thiết bị pin nhiên liệu vi sinh vật (Microbial Fuel Cell - MFC) để đánh giá nhanh chất lượng nước thải sau xử lý.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Từ đầu thế kỷ XX đã có đề xuất việc sử dụng các tế bào vi sinh vật để chuyển hóa năng lượng trong chất hữu cơ thành điện năng. Năm 1911, MC. Potter (Đại học Durham, Anh) là người đầu tiên thực hiện những nghiên cứu liên quan đến lĩnh vực này. Trong các nghiên cứu của ông về phương thức vi sinh vật phân hủy các hợp chất hữu cơ, phát hiện ra quá trình này cũng tạo ra năng lượng điện. Ông đã có thể tạo ra pin nhiên liệu vi sinh vật nguyên thủy, nhưng do chưa có những hiểu biết đầy đủ về sự trao đổi chất của vi khuẩn nên việc thiết kế này không được thực hiện.

Năm 1931, Barnet Cohen đã thu hút sự chú ý hơn khi tạo ra một số pin nhiên liệu bán vi sinh vật khi mắc nối tiếp chúng với nhau có khả năng cung cấp điện áp hơn 35V, mặc dù chỉ có dòng điện 2mA.

Trên thực tế, việc cải tiến kết cấu của thiết bị MFC rất ít được nghiên cứu cho đến những năm 1980, khi M.J. Allen và H. Peter Bennetto thuộc trường Đại học Kings (London, Anh) đã thực hiện một cuộc cách mạng về kết cấu của pin nhiên liệu vi sinh vật đầu tiên. Với mong muốn cung cấp nguồn năng lượng giá rẻ và đáng tin cậy cho các nước đang phát triển, Allen và Bennetto đã kết hợp những tiến bộ trong sự hiểu biết về chuỗi vận chuyển điện tử và tiến bộ đáng kể trong công nghệ để tạo ra thiết kế cơ bản vẫn được sử dụng trong thiết bị MFC ngày nay. Tuy nhiên, việc sử dụng các thiết bị MFC ở các nước này tại thời điểm đó vẫn chưa khả thi do tính phức tạp trong việc làm đơn giản hóa để có thể triển khai ở các vùng nông thôn.

Các nhà nghiên cứu về thiết bị MFC đã tìm cách làm thế nào để các điện tử từ chuỗi

vận chuyển điện tử trong tế bào vi sinh vật đến được cực âm (anốt). Trong anốt các thiết bị MFC của Allen và Bennetto, các chất vận chuyển điện tử trung gian cần được bổ sung vào anốt và vì vậy, giả thuyết đặt ra là các vi sinh vật chỉ gián tiếp truyền điện tử đến các điện cực. Tuy nhiên, trong khi nghiên cứu về vấn đề này, vào những năm 1990, Giáo sư BH. Kim - một nhà nghiên cứu của Viện Khoa học và Công nghệ Hàn Quốc đã phát hiện ra rằng một số loài vi khuẩn hoạt động điện hóa không cần sử dụng chất trung gian để vận chuyển điện tử đến các điện cực. Như vậy, một loại thiết bị MFC mới được ra đời mà không cần sử dụng đến các chất trung gian tổn kém và đôi khi độc hại.

Năm 2004, Logan và cộng sự đã phát hiện ra phương thức sản xuất điện liên tục từ nước thải sinh hoạt và các chất hữu cơ từ màng sinh học của thiết bị MFC.

Hiện nay, các nhà khoa học đang nghiên cứu để tối ưu hóa vật liệu cho điện cực, các loại vi khuẩn hoạt động điện hóa, sự phối kết hợp giữa chúng, và sự vận chuyển điện tử trong thiết bị MFC. Với những đặc tính độc đáo của nó, thiết bị MFC có thể được ứng dụng trong tái tạo năng lượng từ phế thải và sinh khối, xử lý các chất phế thải đặc biệt bằng các phản ứng oxy hóa khử, sản xuất hydro, khử muối và phát triển các bộ cảm biến sinh học. Nhiều ứng dụng mới đang bắt đầu được thử nghiệm và có thể đi vào sử dụng rộng rãi trong tương lai gần.

Một trong những ứng dụng của thiết bị MFC là sử dụng làm bộ cảm biến sinh học đo hàm lượng nhu cầu oxy sinh hóa (Biochemical Oxygen Demand-BOD). Với nguyên lý hóa năng trong các cơ chất có thể được chuyển hóa thành điện năng nhờ hoạt tính của các vi sinh vật trong cực âm của thiết bị, dòng điện tạo ra bởi thiết bị tương đối tỷ lệ thuận với nồng độ cơ chất. Trong trường hợp cơ chất là các chất hữu cơ trong nước thải, nồng độ cơ chất được thể hiện bằng hàm lượng BOD, bởi vậy thiết bị MFC đã được nghiên cứu và thử nghiệm như bộ cảm biến sinh học (BODsensor) đo hàm lượng BOD để đánh giá hàm lượng chất hữu cơ trong nước thải ở Hàn Quốc từ năm 1999.

Ở Việt Nam cho đến thời điểm hiện tại, vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào theo hướng ứng dụng nguyên lý hoạt động của pin nhiên liệu vi sinh vật làm bộ cảm biến sinh học, hay chỉ thị sinh học để đánh giá nhanh hàm lượng BOD của nước thải.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất quy trình sử dụng thiết bị pin nhiên liệu vi sinh vật (MFC) như một thiết bị cảm biến để đánh giá nhanh hàm lượng BOD của nước thải. Thiết bị MFC chứa hệ vi khuẩn điện hóa được làm giàu trong khoang anốt. Khi tương tác với nước thải cần kiểm tra, hệ vi khuẩn này có khả năng oxy hóa cơ chất sinh ra điện tử - là tín hiệu phản ánh sự có mặt và mức độ chất ô nhiễm một cách tức thời và hiệu quả.

Để đạt được mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình sử dụng thiết bị pin nhiên liệu vi sinh vật (MFC) để đánh giá nhanh chất lượng nước thải sau khi xử lý. Quy trình theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước: lọc bỏ cặn của nước thải để tránh làm tắc đường ống dẫn; pha nước thải đã lọc bỏ cặn với dung dịch đệm và cấp hỗn hợp dung dịch vào khoang anốt của thiết bị MFC bằng bơm nhu động; cấp tuần hoàn nước bão hòa oxy qua khoang catốt của thiết bị MFC bằng bơm nhu động; đo dòng điện sinh ra nhờ thiết bị MFC liên tục trong thời gian 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút, thu thập và phân tích để lấy giá trị dòng điện trung bình; và thu thập số liệu, phân tích so sánh dòng điện trung bình thu được với dòng điện chuẩn và kết luận về hàm lượng BOD của chất thải. Quy trình theo giải pháp hữu ích khác biệt ở chỗ: trước khi đưa vào sử dụng, hệ vi sinh vật điện hóa trong khoang anốt của thiết bị MFC có nguồn gốc từ nguồn đất tự nhiên và được làm giàu bằng cách vận hành thiết bị MFC sử dụng dung dịch mô phỏng nước thải; và dòng điện chuẩn là dòng điện trung bình khi thiết bị MFC vận hành bình thường với dung dịch nước thải mô phỏng có giá trị BOD ở ngưỡng cho phép.

Theo giải pháp hữu ích, nếu dòng điện trung bình khi thử mẫu thực tế thu được cao hơn dòng điện chuẩn thì kết luận nước thải đó có hàm lượng BOD cao vượt mức cho phép; nếu dòng điện trung bình khi thử mẫu thực tế thu được tương đương hoặc thấp hơn dòng điện chuẩn, nhưng không giảm đột ngột khi mẫu nước thải được đưa vào thì kết luận nước thải đó có hàm lượng BOD nằm trong giới hạn cho phép; và nếu dòng điện thu được giảm đột ngột tới giá trị thấp hơn 50% so với dòng điện chuẩn thì nghi vấn trong nước thải còn có nhiều chất độc khác gây ức chế hoạt động trao đổi chất của hệ vi khuẩn trong khoang anốt.

Theo giải pháp hữu ích, dung dịch đệm được sử dụng để pha nước thải với tỷ lệ 1:1 và có thành phần sao cho 1L dung dịch đệm bao gồm: 0,0585g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,42g NaHCO_3 , 0,114g $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 0,068g K_2HPO_4 , 5mL nguyên tố vi lượng, nước cất vừa đủ 1000 mL.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Giải pháp hữu ích sẽ trở nên dễ hiểu hơn dựa trên phần mô tả chi tiết tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 là hình ảnh thể hiện các chi tiết dạng rời của thiết bị MFC được ứng dụng theo giải pháp hữu ích;

Hình 2 là hình ảnh thể hiện thiết bị MFC được ứng dụng theo giải pháp hữu ích ở trạng thái lắp đặt;

Hình 3 là hình vẽ thể hiện các hình chiếu của các khung anốt, catốt và tấm ốp của thiết bị MFC được ứng dụng theo giải pháp hữu ích;

Hình 4 là biểu đồ thể hiện dòng điện trong quá trình làm giàu vi sinh vật điện hóa trong thiết bị MFC được ứng dụng theo giải pháp hữu ích so với thiết bị MFC đối chứng;

Hình 5 là biểu đồ thể hiện sự thay đổi tuyến tính giữa dòng điện với nồng độ BOD trong nước thải; và

Hình 6 là biểu đồ thể hiện sự thay đổi của dòng điện đo được so với dòng điện chuẩn theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Như được thể hiện trên Hình 1, Hình 2, và Hình 3, thiết bị MFC được sử dụng có dạng khoang hình chữ nhật và được làm từ khung nhựa polyacrylic, với khoang catốt 1 có thể tích 7,5mL với kích thước ngoài của khung là 10 x 5 x 1,5cm, và kích thước trong của khung là 5 x 1 x 1,5cm; khoang anốt 2 có thể tích 7,5mL với kích thước ngoài của khung là 10 x 5 x 1,5cm, và kích thước trong của khung là 5 x 1 x 1,5cm, trong đó chứa hệ vi sinh vật điện hóa; màng trao đổi ion 3 là màng Nafion N117 (sản phẩm của hãng DuPont, Hoa Kỳ) phân tách khoang anốt 2 và khoang catốt 1; hai tấm chắn 4 bằng nhựa

polyacrylic có kích thước 10 x 5 x 1,5cm được cố định vào mặt ngoài của khoang anốt 2 và khoang catốt 1, và được cố định bằng ốc vít và bu lông 8; các gioăng cao su 5 bằng cao su có độ dày 0,1cm được bố trí giữa tấm chắn 4, màng trao đổi ion 3, khoang anốt 2 và khoang catốt 1 để ngăn dung dịch ở khoang anốt 2 và khoang catốt 1 không bị rò rỉ; và anốt 20 và catốt 10 bằng vải than chì có kích thước 4,5 x 0,9 x 0,5cm được bố trí tương ứng trong khoang anốt 2 và khoang catốt 1, lần lượt nối với thanh than chì 11, 21 và được nối với điện trở 6 thông qua dây dẫn lõi đồng 7 có đường kính 0,1cm. Ngoài ra, thiết bị MFC theo giải pháp hữu ích còn bao gồm các khớp nối 9 có đường kính 0,4cm được nối thông với các ống dẫn 30 bằng nhựa có đường kính 0,4cm.

Để có thể vận hành một cách hiệu quả, thiết bị MFC cần có một quần xã vi khuẩn có khả năng hoạt động điện hóa ổn định và hiệu quả. Theo giải pháp hữu ích, quần xã vi khuẩn được sử dụng có nguồn gốc từ nguồn đất tự nhiên, và cần được làm giàu trước khi đưa vào sử dụng. Dùng 1mL mẫu nguồn vi sinh vật được chọn, đem ly tâm ở tốc độ 5000vòng/phút, trong khoảng thời gian 10 phút để thu cặn, hòa tan lại bằng 1mL dung dịch mô phỏng nước thải, sau đó được cấp vào khoang anốt, đồng thời vận hành thiết bị MFC theo quy trình định trước trong thời gian 3 ngày. Sau đó, thiết bị được tiếp tục vận hành theo quy trình mặc định mà không có sự bổ sung nguồn vi sinh vật trong thời gian từ 2 đến 3 tuần và theo dõi dòng điện sinh ra. Kết quả làm giàu được thể hiện bằng biểu đồ được minh họa trên Hình 4. Kết quả cho thấy dòng điện đã tăng dần và ổn định sau khoảng 3 tuần làm giàu, xác nhận quá trình làm giàu vi sinh vật ở khoang anốt đã thành công.

Quy trình vận hành mặc định của thiết bị MFC được thiết lập như sau: nước bão hòa oxy được cấp liên tục vào khoang catốt 1 và nhờ bơm nhu động dẫn nước từ bình chứa có sục khí, đồng thời dung dịch mô phỏng nước thải cũng được cấp liên tục vào khoang anốt 2 bằng bơm nhu động với tốc độ dòng 1,5mL/phút tại điều kiện nhiệt độ từ 25 đến 30°C. Ở đây, dung dịch mô phỏng nước thải được pha chế sao cho có thành phần 1 lít dung dịch gồm: 0,0585g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,42g NaHCO_3 , 0,114g $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 0,068g K_2HPO_4 , 5mL nguyên tố vi lượng, và glucoza và glutamat được bổ sung để đạt nồng độ mô phỏng BOD 30ppm.

Sau khi thiết bị MFC đã được làm giàu thành công từ nguồn vi sinh vật ban đầu, thiết bị MFC đã hoạt động ổn định được sử dụng để thử nghiệm đánh giá nhanh hàm lượng BOD của nước thải với quy trình như sau: nước thải được lọc bỏ cặn để tránh làm tắc đường ống dẫn và khoang anốt, sau đó được pha loãng với dung dịch đệm M9 với tỷ lệ 1:1 và cấp vào khoang anốt bằng bơm nhu động với tốc độ dòng 1,5mL/phút; đồng thời, nước bão hòa oxy cũng được cấp tuần hoàn vào khoang catốt bằng bơm nhu động; đo dòng điện sinh ra liên tục trong 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút; và thu thập số liệu, phân tích so sánh dòng điện trung bình đo được với dòng điện chuẩn và kết luận hàm lượng BOD của nước thải theo kết quả thu được. Khi dòng điện trung bình đo được cao hơn dòng điện chuẩn, có thể kết luận là nước thải có hàm lượng BOD cao vượt mức cho phép. Nếu dòng điện trung bình đo được tương đương hoặc thấp hơn dòng điện chuẩn, nhưng không giảm đột ngột khi mẫu nước thải được đưa vào thì kết luận nước thải có hàm lượng BOD nằm trong giới hạn cho phép. Nếu dòng điện trung bình đo được giảm đột ngột tới giá trị thấp hơn dòng điện chuẩn từ 50% trở lên, có thể nghi vấn trong nước thải còn có nhiều chất độc khác gây ức chế hoạt động trao đổi chất của hệ vi khuẩn trong khoang anốt.

Ở đây, dung dịch đệm M9 được pha chế từ các hóa chất công nghiệp sẵn có sao cho 1L dung dịch có thành phần gồm có: 0,0585g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,42g NaHCO_3 , 0,114g $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 0,068g K_2HPO_4 , 5mL nguyên tố vi lượng, nước cất vừa đủ 1000mL. Dòng điện chuẩn là dòng điện trung bình khi thiết bị MFC vận hành bình thường với dung dịch nước thải mô phỏng có giá trị BOD ở ngưỡng cho phép được xác định theo từng loại nước thải và theo quy định của luật bảo vệ môi trường.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Dưới đây là một số ví dụ minh họa nhằm làm sáng tỏ bản chất của giải pháp hữu ích, phạm vi của giải pháp hữu ích không bị hạn chế bởi các ví dụ cụ thể này.

Ví dụ 1: Khảo sát mối quan hệ giữa cường độ dòng điện với hàm lượng BOD của nước thải

Pha chế tám mẫu nước thải mô phỏng theo thành phần như dung dịch mô phỏng nước thải ở trên với lượng glucoza và glutamat được bổ sung sao cho đạt nồng độ BOD mô phỏng lần lượt là 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, và 50ppm.

Vận hành thiết bị MFC theo quy trình theo giải pháp hữu ích sử dụng các mẫu nước thải mô phỏng vừa pha chế. Tính toán cường độ dòng điện trung bình đo được và dựng đồ thị xác định mối quan hệ giữa cường độ dòng điện với hàm lượng BOD của nước thải. Kết quả được thể hiện bằng biểu đồ trên Hình 5. Như được thể hiện, cường độ dòng điện trung bình đo được tăng khi hàm lượng BOD tăng từ 1 đến 20ppm, tăng chậm và ổn định khi hàm lượng BOD là từ 30ppm trở lên. Kết quả này cho thấy cường độ dòng điện tăng tuyến tính cùng với sự tăng lên của hàm lượng BOD có trong nước thải. Điều này có thể chứng minh rằng khi BOD trong nước thải cần kiểm tra vượt quá giới hạn cho phép thì thiết bị MFC sẽ thể hiện ngay ở dòng điện tăng lên. Đây cũng là cơ sở cho việc đưa ra kết luận về việc đánh giá hàm lượng BOD của nước thải.

Ví dụ 2: Khảo sát sự biến thiên dòng điện đo được bằng thiết bị MFC khi vận hành với các dung dịch có hàm lượng BOD thay đổi.

Chuẩn bị hai mẫu nước thải mô phỏng theo thành phần như dung dịch mô phỏng nước thải ở trên với lượng glucoza và glutamat được bổ sung sao cho đạt nồng độ BOD mô phỏng lần lượt là 10, 20, và 30ppm.

Vận hành thiết bị MFC theo quy trình theo giải pháp hữu ích sử dụng các mẫu nước thải mô phỏng vừa pha chế. Lấy giá trị cường độ dòng điện trung bình đo được, so sánh với giá trị dòng điện chuẩn đo được khi chạy thiết bị MFC với hàm lượng BOD 15ppm. Kết quả được thể hiện bằng biểu đồ trên Hình 6, cho thấy cường độ dòng điện trung bình đo được không chênh lệch nhiều so với dòng điện chuẩn ở hàm lượng BOD 10ppm, tăng ở hàm lượng BOD 20ppm và tăng mạnh ở hàm lượng BOD 30ppm. Như vậy cho thấy có sự thay đổi rất rõ của dòng điện đo được so với dòng điện chuẩn khi thử với nước thải mô phỏng có hàm lượng BOD cao hơn.

Ví dụ 3: Dùng MFC để đánh giá nước thải sau xử lý của nhà máy chế biến gỗ

Xác lập mức dòng điện chuẩn bằng cách vận hành thiết bị MFC với dung dịch nước thải mô phỏng chứa 30ppm BOD hoặc với dung dịch chứa nước thải chế biến gỗ thực tế với giá trị BOD là 30ppm nhờ pha loãng với dung dịch đệm M9 từ nước thải thực tế đã biết giá trị BOD, đo dòng điện sinh ra liên tục trong 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút và lấy giá trị trung bình của các lần đo làm giá trị dòng điện chuẩn.

Lấy mẫu nước thải đã qua xử lý của nhà máy chế biến gỗ bằng dụng cụ lấy mẫu sạch, sau đó lọc bỏ cặn. Pha 200mL nước thải đã lọc cặn với 200mL dung dịch đệm M9. Hỗn hợp dung dịch này được cấp vào khoang anốt bằng bơm nhu động với tốc độ 1,5mL/phút. Nước mang oxy được chuyển tuần hoàn qua khoang catốt.

Trong quá trình vận hành, dòng điện được đo liên tục trong 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút. Số liệu dòng điện thu thập được sẽ được phân tích bằng phần mềm Excel. Kết quả phân tích dòng điện có thể xảy ra 3 trường hợp:

Trường hợp 1: Dòng điện trung bình đo được cao hơn dòng điện chuẩn. Trường hợp này có thể kết luận nước thải đó có hàm lượng BOD cao vượt mức cho phép.

Trường hợp 2: Dòng điện trung bình đo được nhỏ hơn hoặc bằng dòng điện chuẩn, nhưng không giảm đột ngột khi mẫu nước thải được đưa vào. Trong trường hợp này, có thể kết luận nước thải có hàm lượng BOD vẫn nằm trong giới hạn cho phép.

Trường hợp 3: Dòng điện trung bình thu được giảm đột ngột tới giá trị thấp hơn 50% so với dòng điện chuẩn. Trong trường hợp này, có thể nghi vấn trong nước thải còn có nhiều chất độc khác gây ức chế hoạt động trao đổi chất của hệ vi khuẩn trong khoang anốt, ví dụ như các hợp chất thơm thường có trong nước thải chế biến gỗ.

Ví dụ 4: Dùng MFC để đánh giá nước thải sau xử lý của nhà máy sản xuất bột ngọt

Xác lập mức dòng điện chuẩn bằng cách vận hành thiết bị MFC với dung dịch nước thải mô phỏng chứa 30ppm BOD hoặc với dung dịch chứa nước thải chế biến bột ngọt thực tế với giá trị BOD là 30ppm nhờ pha loãng với dung dịch đệm M9 từ nước thải thực tế đã biết giá trị BOD, đo dòng điện sinh ra liên tục trong 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút và lấy giá trị trung bình của các lần đo làm giá trị dòng điện chuẩn.

Nước thải sau khi đã qua xử lý của nhà máy sản xuất bột ngọt được lấy bằng dụng cụ lấy mẫu sạch, sau đó lọc bỏ cặn. Pha 200mL nước thải đã lọc cặn với 200mL dung dịch đệm M9. Hỗn hợp dung dịch này được cấp vào khoang anốt bằng bơm nhu động với tốc độ 1,5mL/phút. Nước mang oxy được chuyển tuần hoàn qua khoang catốt.

Trong quá trình vận hành, dòng điện được đo liên tục trong 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút. Số liệu dòng điện thu thập được sẽ được phân tích bằng phần mềm Excel. Kết quả phân tích dòng điện có thể xảy ra 3 trường hợp:

Trường hợp 1: Dòng điện trung bình thu được cao hơn dòng điện chuẩn. Trường hợp này có thể kết luận nước thải đó có hàm lượng BOD cao vượt mức cho phép.

Trường hợp 2: Dòng điện trung bình thu được thu nhỏ hơn hoặc bằng dòng điện chuẩn, nhưng không giảm đột ngột khi mẫu nước thải được đưa vào. Trong trường hợp này, có thể kết luận nước thải có hàm lượng BOD vẫn nằm trong giới hạn cho phép.

Trường hợp 3: Dòng điện trung bình thu được giảm đột ngột tới giá trị thấp hơn 50% so với dòng điện chuẩn. Trong trường hợp này, có thể nghi vấn trong nước thải còn có nhiều chất độc khác gây ức chế hoạt động trao đổi chất của hệ vi khuẩn trong khoang anốt.

Ví dụ 5: Dùng MFC để đánh giá nước thải sau xử lý của các xưởng mạ kim loại

Xác lập mức dòng điện chuẩn bằng cách vận hành MFC với dung dịch nước thải mô phỏng chứa 30ppm BOD hoặc với dung dịch chứa nước thải mạ kim loại thực tế với giá trị BOD là 30ppm nhờ pha loãng với dung dịch đệm M9 từ nước thải thực tế đã biết giá trị BOD, đo dòng điện sinh ra liên tục trong 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút và lấy giá trị trung bình của các lần đo làm giá trị dòng điện chuẩn.

Nước thải sau khi qua xử lý của xưởng mạ kim loại được lấy bằng dụng cụ lấy mẫu sạch, sau đó lọc bỏ cặn. Pha 200mL nước thải đã lọc cặn với 200mL dung dịch đệm M9. Hỗn hợp dung dịch này được cấp vào khoang anốt bằng bơm nhu động với tốc độ 1,5mL/phút. Nước mang oxy được chuyển tuần hoàn qua khoang catốt.

Trong quá trình vận hành, dòng điện được đo liên tục trong 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút. Số liệu dòng điện thu thập được sẽ được phân tích bằng phần mềm Excel. Kết quả phân tích dòng điện có thể xảy ra 3 trường hợp:

Trường hợp 1: Dòng điện trung bình thu được cao hơn dòng điện chuẩn. Trường hợp này có thể kết luận nước thải đó có hàm lượng BOD cao vượt mức cho phép.

Trường hợp 2: Dòng điện trung bình thu được thu nhỏ hơn hoặc bằng dòng điện chuẩn, nhưng không giảm đột ngột khi mẫu nước thải được đưa vào. Trong trường hợp này, có thể kết luận nước thải có hàm lượng BOD vẫn nằm trong giới hạn cho phép.

Trường hợp 3: Dòng điện trung bình thu được giảm đột ngột tới giá trị thấp hơn 50% so với dòng điện chuẩn. Trong trường hợp này, có thể nghi vấn trong nước thải còn có nhiều chất độc khác gây ức chế hoạt động trao đổi chất của hệ vi khuẩn trong khoang anốt, ví dụ như các kim loại nặng thường có trong nước thải mạ kim loại.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Sử dụng quy trình theo giải pháp hữu ích có thể đánh giá nhanh hàm lượng BOD của nước thải, cho kết quả đánh giá trong thời gian ngắn và có thể được ứng dụng để đánh giá hàm lượng BOD của nhiều loại nước thải bao gồm nước thải sinh hoạt, nước thải từ sản xuất thực phẩm, nước thải công nghiệp, v.v..

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sử dụng thiết bị pin nhiên liệu vi sinh vật (MFC) để đánh giá nhanh chất lượng nước thải sau xử lý, bao gồm các bước:

lọc bỏ cặn của nước thải để tránh làm tắc đường ống dẫn;

pha nước thải đã lọc bỏ cặn với dung dịch đệm và cấp hỗn hợp dung dịch vào khoang anốt của thiết bị MFC bằng bơm nhu động;

cấp tuần hoàn nước bão hòa oxy qua khoang catốt của thiết bị MFC bằng bơm nhu động;

đo dòng điện sinh ra nhờ thiết bị MFC liên tục trong thời gian 2 giờ, mỗi lần đo cách nhau 1 phút, thu thập và phân tích để lấy giá trị dòng điện trung bình; và

thu thập số liệu, phân tích so sánh dòng điện trung bình thu được với dòng điện chuẩn và kết luận về hàm lượng BOD của chất thải,

khác biệt ở chỗ:

trước khi đưa vào sử dụng, hệ vi sinh vật điện hóa trong khoang anốt của thiết bị MFC có nguồn gốc từ nguồn đất tự nhiên và được làm giàu bằng cách vận hành thiết bị MFC sử dụng dung dịch mô phỏng nước thải, và

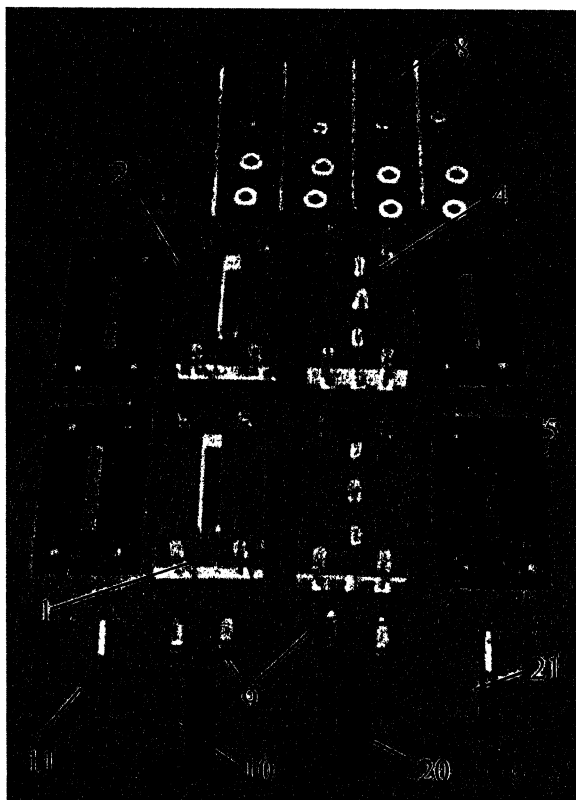
dòng điện chuẩn là dòng điện trung bình khi MFC vận hành bình thường với dung dịch nước thải mô phỏng có giá trị BOD ở ngưỡng cho phép.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó nếu dòng điện trung bình thu được cao hơn dòng điện chuẩn thì kết luận nước thải đó có hàm lượng BOD cao vượt mức cho phép.

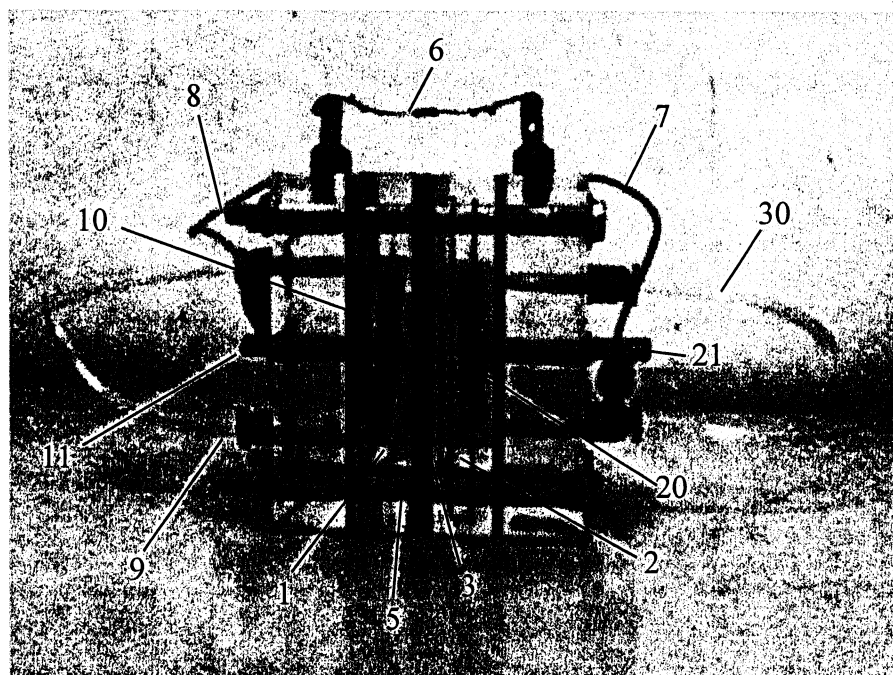
3. Quy trình theo điểm 1, trong đó nếu dòng điện trung bình thu được tương đương hoặc thấp hơn dòng điện chuẩn, nhưng không giảm đột ngột khi mẫu nước thải được đưa vào thì kết luận nước thải đó có hàm lượng BOD nằm trong giới hạn cho phép.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó nếu dòng điện thu được giảm đột ngột tới giá trị thấp hơn 50% so với dòng điện chuẩn thì nghi vấn trong nước thải còn có nhiều chất độc khác gây ức chế hoạt động trao đổi chất của hệ vi khuẩn trong khoang anốt.

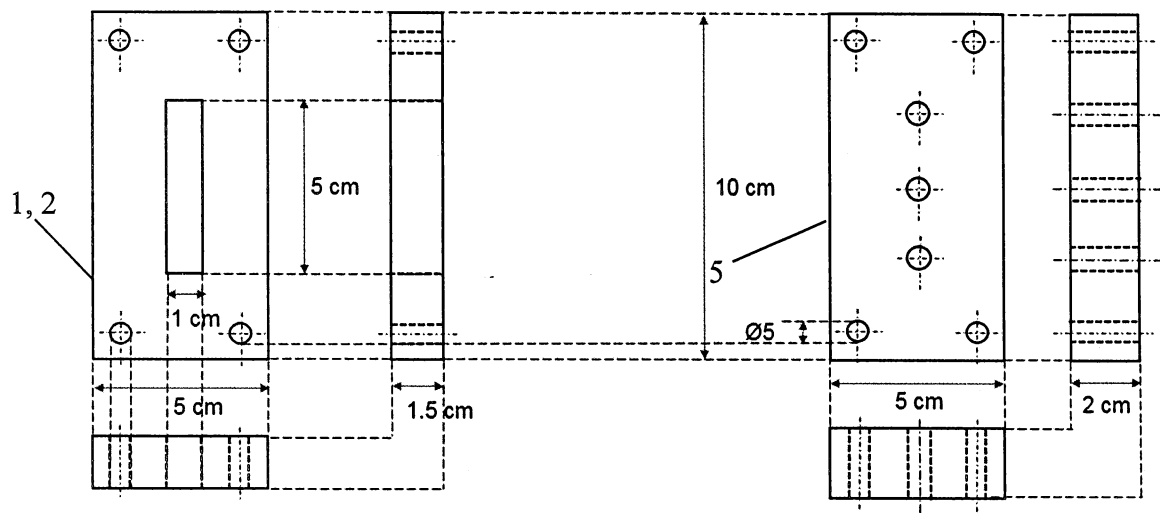
5. Quy trình theo một trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó dung dịch đệm được sử dụng để pha nước thải với tỷ lệ 1:1 và có thành phần sao cho 1L dung dịch đệm bao gồm: 0,0585g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,42g NaHCO_3 , 0,114g $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 0,068g K_2HPO_4 , 5mL nguyên tố vi lượng, nước cất vừa đủ 1000 mL.



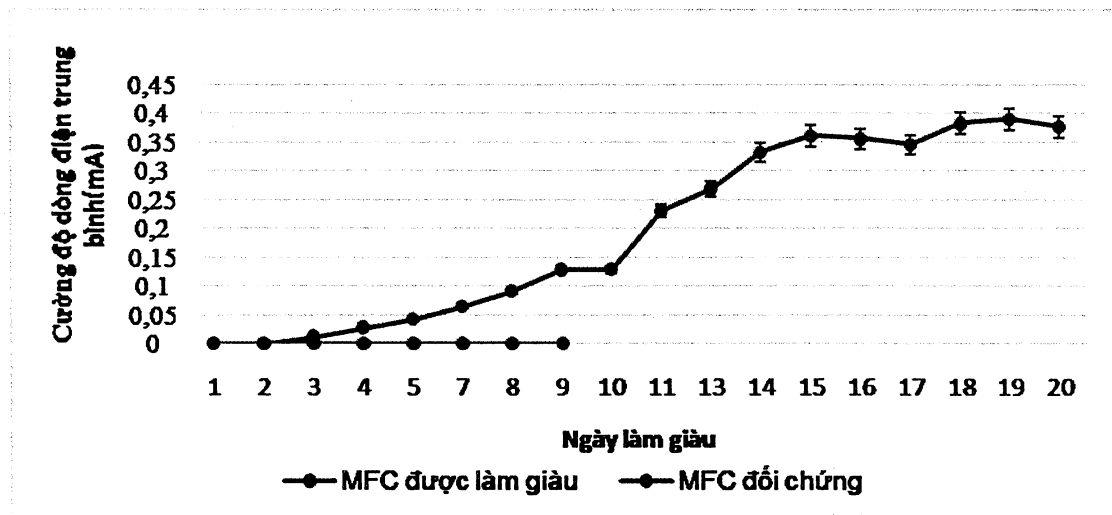
Hình 1



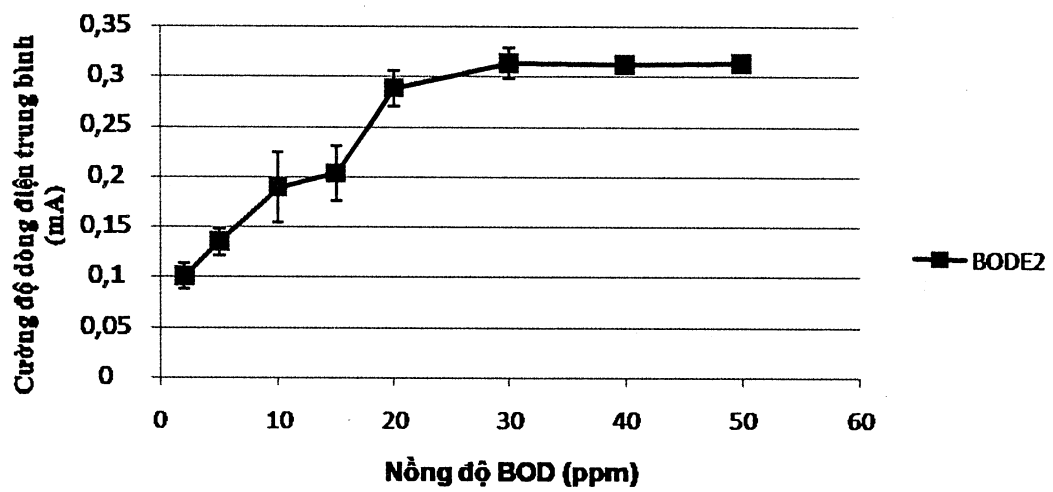
Hình 2



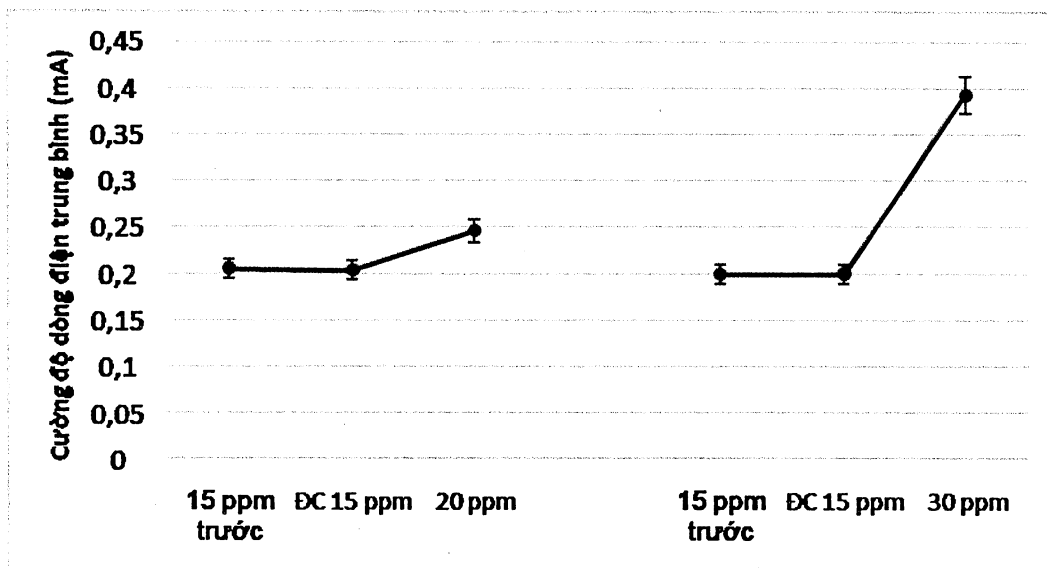
Hình 3



Hình 4



Hình 5



Hình 6