

Nghiên cứu và phát triển cảm biến quang tiên tiến theo dõi chất xúc tác sinh học NADH trong các nhà máy xử lý nước thải

1. Bối cảnh nghiên cứu

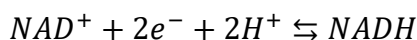
Lượng chất xúc tác sinh học NADH của các vi sinh vật thay đổi tùy theo trạng thái hoạt động của vi sinh vật trong bùn hoạt tính.

Việc theo dõi chất xúc tác sinh học NADH như một chỉ tiêu để kiểm soát lượng không khí của bể phản ứng đã được phát triển đầu tiên ở châu Âu và sau đó đã được đưa vào áp dụng ở Hoa Kỳ v.v., ở Nhật Bản các thử nghiệm kiểm chứng thực địa đã được tiến hành ở một số địa phương.

Sau khi nghiên cứu và phát triển máy NF-10 đo NADH để kiểm soát lượng không khí trong chuỗi xử lý nước thải, JFE Advantech đã tiến hành hàng loạt thử nghiệm kiểm tra cũng như thực hiện các kiểm chứng tại các cơ sở thực địa chung với Cục Thoát nước Thủ đô Tokyo. Các báo cáo đã rút ra kết luận rằng đo NADH là tính năng cần thiết cho một thiết bị đo chất lượng nước.

► NADH trong chuỗi xử lý nước thải

Chất xúc tác sinh học NAD⁺ (Nicotinamide Adenine Dinucleotide) là một chất oxy hóa (chất bị khử), tức là một chất nhận electron, điều này có thể được thể hiện rõ qua cơ chế của quá trình sự chuyển hóa giữa NAD⁺ và NADH và ngược lại.

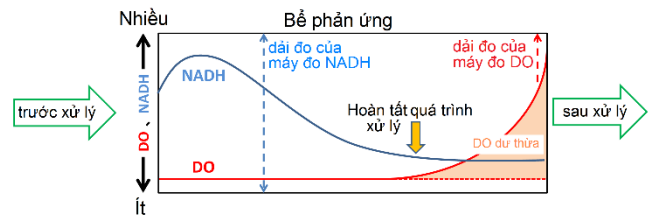


Như vậy lượng chất xúc tác sinh học NADH cho biết trạng thái hoạt động của vi sinh vật trong bùn hoạt tính, và lượng NADH này thay đổi tùy theo trạng

thái các khâu trong chuỗi xử lý nước thải, nhiều ở khâu “Yếm khí” và ít trong khâu “Hiếu khí”.

Yếm khí > Vô (không có) thán khí > Hiếu khí.

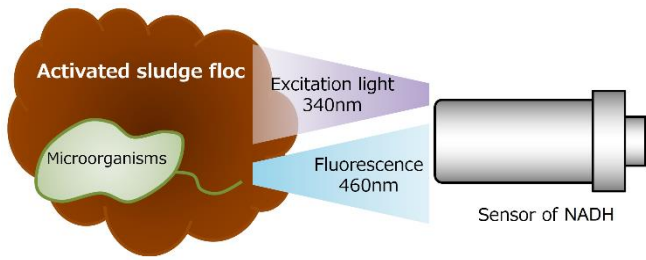
Hình 48 cho thấy phạm vi có thể đo được trong bề phản ứng của máy đo DO và máy đo chất xúc tác sinh học NADH. Bằng cách đo trực tiếp trạng thái chuyển hóa chất của vi sinh vật, nên NF-10 có thể theo dõi lượng không khí ở trạng thái lượng DO thấp khi mà máy đo DO không thể đo được (Hình 1).



Hình 1 Phạm vi có thể đo được của máy đo DO và máy NF-10 đo chất xúc tác sinh học NADH

2. Nguyên lý của máy đo NADH

Vì chất xúc tác NADH có đặc tính hấp thụ ánh sáng bước sóng 340 nm và phát huỳnh quang ở bước sóng 460 nm, máy đo NF-10 bằng phương pháp quang học có thể phát hiện sự gia tăng hoặc giảm thiểu của chất xúc tác NADH (Hình 2).



Hình 2 Nguyên lý của máy đo NADH

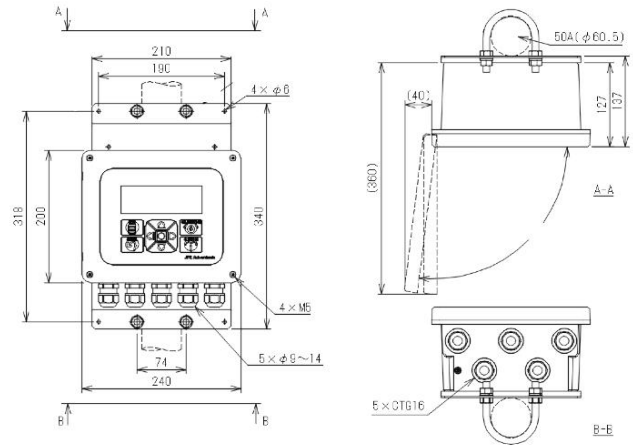


3. Tính năng và Đặc trưng

Hình 3, Hình 4 là ngoại hình, kích thước của đầu dò NF-10 và bộ chuyển đổi CV-210.

Đầu dò phát hiện huỳnh quang chất xúc tác NADH (cảm biến NF-10) cũng được tích hợp với cảm biến đo độ đục (các chất lơ lửng trong nước) và đo nhiệt độ nước.

Thêm vào đó để nâng cao hiệu suất tiếp thu tín hiệu phản xạ, một kỹ thuật đã được bổ sung để tích hợp cơ cấu truyền tải (phát / nhận) tia sáng bằng cách sử dụng sợi quang (fiber) trong đường truyền tia sáng đến đối tượng cũng như tiếp thu tín hiệu.



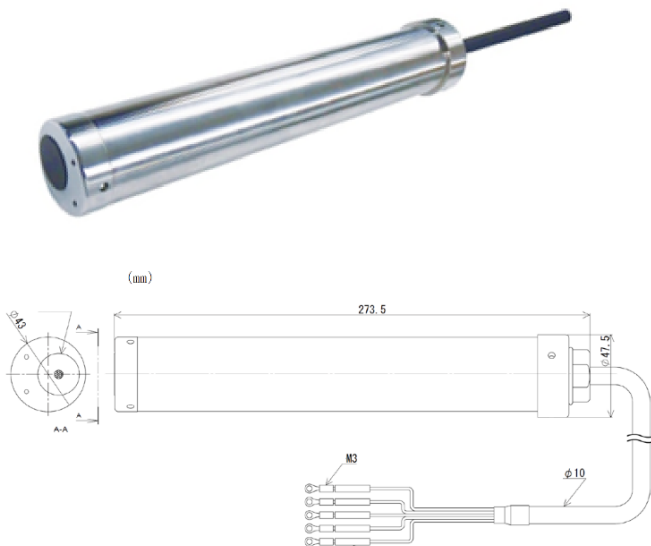
Hình 4 Bộ chuyển đổi CV-210 và kích thước

4. Kiểm chứng

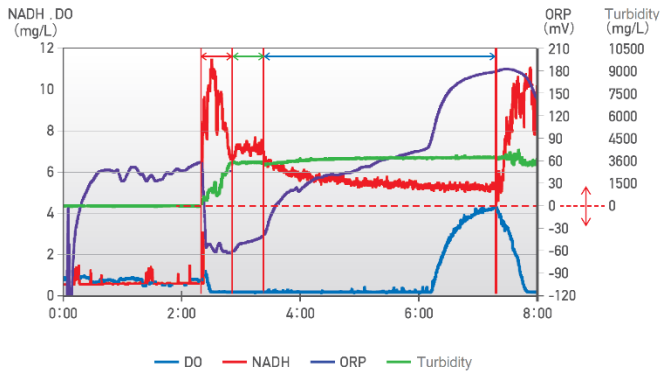
► Khả năng phát hiện khi DO thấp không đo được bằng máy đo DO

Trong chuỗi xử lý nước thải, như trong quá trình khử nitơ, xảy ra tình trạng dư thừa và thiếu hụt oxy cho vi sinh vật, có thể nhận định được trạng thái này từ sự thay đổi nồng độ NADH. Đặc điểm quan trọng là đầu dò NADH theo dõi được trạng thái lượng DO thấp, ví dụ ở khâu “yếm khí” và khâu “vô (không có) thán khí”, từ sự thay đổi nồng độ NADH trong khi máy đo DO không thể đo được (Hình 5).

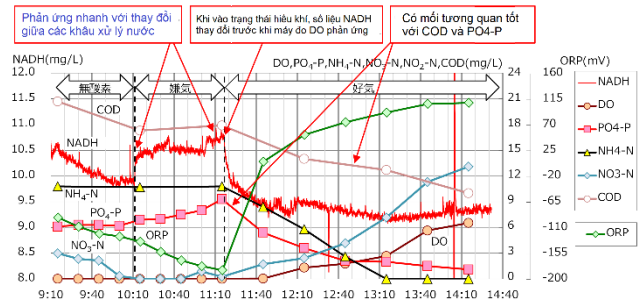
NADH như một chỉ tiêu bổ sung cho các chỉ tiêu chất lượng nước truyền thống DO, ORP, ... (Hình 6).



Hình 3 Đầu dò NF-10 và kích thước

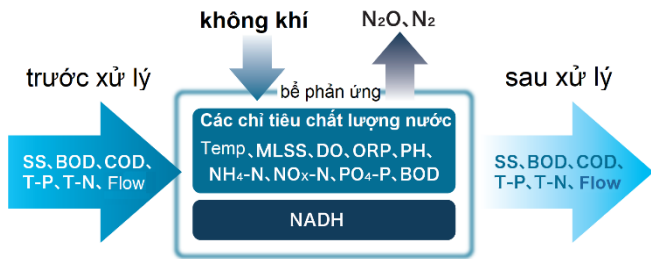


Hình 5 Khả năng theo dõi dao động chất lượng nước so với các cảm biến đo chất lượng nước khác. Trạng thái rất khó để theo dõi bằng máy đo DO, nhưng dễ dàng xác định được từ sự thay đổi nồng độ NADH



Hình 7 Khả năng theo dõi dao động chất lượng nước so với các cảm biến đo chất lượng nước khác:

- (1) Phản ứng nhanh với các thay đổi giữa các khâu xử lý.
- (2) Khi vào trạng thái hiếu khí, số liệu NADH thay đổi trước khi máy đo DO phản ứng.
- (3) Có mối tương quan tốt với COD và PO4-P.



Hình 6 NADH như một chỉ tiêu bổ sung cho các chỉ tiêu chất lượng nước truyền thống (DO, ORP, v.v.)

► Khả năng theo dõi dao động

Máy đo NADH được lắp đặt trong bể phản ứng, với một quy trình xử lý nước cụ thể, để theo dõi sự thay đổi NADH trong từng trạng thái xử lý nước, do đó các trạng thái “yếm khí”, “thiếu khí (không có thán khí)” và “hiếu khí”, được tại hiện qua các thí nghiệm, ở mỗi trạng thái, với sự thay đổi số liệu NADH và chất lượng nước.

Kiểm chứng đã xác nhận rằng cảm biến NADH phản ứng nhanh hơn so với các máy đo DO, ORP truyền thống khi có những dao động trong chất lượng nước, cũng xác nhận NADH có một tương quan tốt với số liệu COD và PO4-P (Hình 7).

5. Kết luận

Tại các nhà máy xử lý nước thải, trên căn bản sử dụng các cơ sở hiện có, nhằm mục đích tiết kiệm năng lượng, qua việc giảm thiểu tiêu thụ điện (của quạt gió) và cải thiện tốc độ xử lý (nước thải) tuần hoàn, chỉ bằng cách bổ sung chức năng điều khiển tối ưu lượng không khí, thì việc chọn lựa sử dụng số liệu NADH làm cơ sở cho việc quyết định là lựa chọn rất hợp lý. Chỉ tiêu NADH đã được công nhận trong quy trình Pháp lệnh Thực thi Luật Thoát nước Nhật Bản, hy vọng mau chóng được phổ cập, để đẩy nhanh quá trình xử lý tiên tiến trong các nhà máy xử lý nước thải phù hợp với xu hướng Cách mạng Công nghiệp 4.0./.