

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 6826 : 2009

ISO 11733 : 2004

Xuất bản lần 2

**CHẤT LƯỢNG NƯỚC –
XÁC ĐỊNH SỰ ĐÀO THẢI VÀ PHÂN HỦY SINH HỌC CỦA
CÁC CHẤT HỮU CƠ TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC –
PHÉP THỬ MÔ PHÒNG BÙN HOẠT TÍNH**

Water quality –

Determination of the elimination and biodegradability of organic compounds in an aqueous medium – Activated sludge simulation test

HA NỘI 2009

Lời nói đầu

TCVN 6826 : 2009 thay thế TCVN 6826 : 2001.

TCVN 6826 : 2009 hoàn toàn tương đương với ISO 11733 : 2004.

TCVN 6826 : 2009 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 147 *Chất lượng nước* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Chất lượng nước –

Xác định sự đào thải và phân hủy sinh học của các chất hữu cơ trong môi trường nước – Phép thử nghiệm mô phỏng bùn hoạt tính

Water quality – Determination of the elimination and biodegradability of organic compounds in an aqueous medium – Activated sludge simulation test

CẢNH BÁO VÀ CÁC CHÚ Ý VỀ AN TOÀN – Bùn hoạt tính và nước thải chứa nhiều mầm bệnh, phải hết sức chú ý khi làm việc với chúng. Phép thử độc tính các hợp chất và các tính chất độc của chúng chưa được biết thì phải hết sức cẩn thận.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định sự đào thải và phân hủy sinh học các chất hữu cơ bằng các vi sinh vật hiếu khí. Các điều kiện thử nghiệm được mô phỏng như trạm xử lý nước thải. Có thể sử dụng hai hệ thống thử nghiệm: trạm xử lý dùng bùn hoạt tính hoặc bình xối. Có thể thử nghiệm trong điều kiện nitrat hóa hoặc khử nitrat khỏi môi trường thử nghiệm (Phụ lục A) và kết hợp cả hai (Phụ lục B).

Phương pháp này áp dụng cho các hợp chất hữu cơ trong điều kiện thử nghiệm như sau

- tan trong nước với ở nồng độ thử nghiệm và không chuyển thành chất không tan nếu bị phân hủy sinh học hoặc được đào thải;
- ít tan trong nước, nhưng phân tán trong nước đủ để phát hiện bằng phương tiện phân tích phù hợp (ví dụ đo cacbon hữu cơ);
- không bay hơi hoặc có áp suất hơi không đáng kể dưới điều kiện thử;
- không gây ức chế đối với vi sinh vật thử nghiệm ở nồng độ đã chọn. Hiệu ứng gây ức chế có thể xác định được bằng phương pháp thử thích hợp [Ví dụ TCVN 6226 (ISO 8192 [15]) hoặc ISO 15522 [27]]
Các hợp chất gây ức chế tại nồng độ được dùng trong phép thử này có thể được thử nghiệm ở nồng độ nhỏ hơn giá trị EC_{20} của chúng, rồi tiếp tục thử nghiệm với nồng độ thử cao hơn sau thời gian làm thích nghi.

TCVN 6826 : 2009

Phương pháp này có thể sử dụng để đo sự phân hủy sinh học và sự đào thải các hợp chất hữu cơ hòa tan trong nước thải (còn gọi là "chất thử nghiệm" trong phương pháp này).

Nếu cần thông tin thêm hay các thông tin khác để dự đoán tính chất của các hợp chất thử nghiệm hoặc của nước thải trong trạm xử lý nước, có thể làm thêm các thử nghiệm khác về phân hủy sinh học. Để áp dụng tốt phương pháp này và các phương pháp phân hủy sinh học khác nhau, xem ISO/TR 15462 và để biết thêm các thông tin chung về thử nghiệm sinh học, xem ISO 5667-16.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 6918 (ISO 10634), Chất lượng nước – Hướng dẫn chuẩn bị và xử lý hợp chất hữu cơ ít tan trong nước để đánh giá sự phân huỷ sinh học trong môi trường nước

ISO 5667-16, Water quality – Sampling – Part 16: Guidance on biotesting of samples (Chất lượng nước – Lấy mẫu – Phần 16: Hướng dẫn về thử nghiệm sinh học các mẫu nước);

ISO/TR 15462, Water quality – Selection of tests for biodegradability (Chất lượng nước – Lựa chọn phép thử đối với tính phân huỷ sinh học).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Pha tăng tốc loại bỏ (accelerating removal phase)

<thử nghiệm mô phỏng dùng bùn hoạt tính> là thời gian từ khi kết thúc pha trễ đến khi đạt được pha plato mà trong thời gian đó sự phân hủy sinh học của các hợp chất hoặc chất hữu cơ tăng nhanh.

CHÚ THÍCH Pha tăng tốc loại bỏ tính bằng ngày.

3.2

Bùn hoạt tính (active sludge)

Sinh khối và chất lơ lửng ra sau khi xử lý hiếu khí nước thải do sự phát triển của các vi khuẩn và các vi sinh vật khác khi có mặt oxy hòa tan.

3.3

Nhu cầu oxy hóa hóa học (chemical oxygen demand)

COD

Nồng độ khối lượng của oxy tương đương với lượng chất oxy hóa tiêu thụ quy định do các hợp chất hóa học hoặc chất hữu cơ khi mẫu nước được xử lý bằng chất oxy hóa dưới các điều kiện xác định.

CHÚ THÍCH Trong trường hợp này, COD được tính bằng miligam oxy tiêu thụ trên miligam hoặc trên gam của hợp chất thử nghiệm.

3.4

Nồng độ chất rắn lơ lửng trong bùn hoạt tính (concentration of suspended solids of an activated sludge)

Tổng lượng chất rắn thu được sau khi lọc hoặc ly tâm tại điều kiện đã biết của một thể tích bùn hoạt tính đã biết và được sấy khô tại nhiệt độ khoảng 105 °C đến khối lượng không đổi.

3.5

Độ đào thải

phân hủy sinh học (degree of elimination biodegradation)

<thử nghiệm mô phỏng dùng bùn hoạt tính> có nghĩa là tổng lượng đào thải (phân hủy sinh học) của một hợp chất hóa học hoặc chất hữu cơ, được tính từ nồng độ đo được ở đầu vào và ở đầu ra của hệ thống.

CHÚ THÍCH Độ đào thải (phân hủy sinh học) được xác định khi không thể đo được sự đào thải thêm nữa và được tính bằng phần trăm.

3.6

Khử nitơ (denitrification)

Khử nitrat và nitrit đến sản phẩm cuối cùng là nitơ (ở dạng khí) nhờ hoạt động của vi khuẩn.

3.7

Carbon hữu cơ hòa tan (dissolved organic carbon)

DOC

Phần carbon hữu cơ trong mẫu nước không thể loại bỏ bằng cách tách pha đã qui định.

CHÚ THÍCH Sự tách pha có thể thu được, ví dụ bằng ly tâm mẫu nước ở gia tốc 40 000 m/s² trong 15 min hoặc lọc qua màng có cỡ lỗ 0,45 µm.

3.8

Pha trễ (lag phase)

<thử nghiệm mô phỏng dùng bùn hoạt tính> thời gian tính từ khi bắt đầu thử nghiệm đến khi có thể đo được sự đào thải (phân hủy sinh học) đáng kể của các hợp chất hoặc chất hữu cơ (bắt đầu pha tăng tốc độ loại bỏ).

CHÚ THÍCH Pha trễ được tính bằng ngày.

3.9

Nitrat hóa (nitrification)

Oxy hóa muối amoni bằng vi khuẩn cho sản phẩm trung gian là nitrit và sản phẩm cuối cùng nitrat.

3.10

Pha plato (plateau phase)

<thử nghiệm mô phỏng bùn hoạt tính> thời gian tính từ lúc kết thúc pha tăng tốc độ loại bỏ cho đến khi kết thúc thử nghiệm trong đó sự phân hủy sinh học của hợp chất hoặc chất hữu cơ ở trạng thái ổn định.

CHÚ THÍCH Pha plato được tính bằng ngày.

3.11

Phơi nhiễm trước (pre-exposure)

Ủ trước chất cấy trong khi có mặt chất thử nghiệm hoặc chất hữu cơ nhằm nâng cao khả năng của chất cấy đối với sự phân hủy sinh học của hợp chất thử nghiệm bằng cách làm các vi sinh vật thích nghi với điều kiện sống và/hoặc lựa chọn các vi sinh vật

3.12

Làm thích nghi trước (pre-conditioning)

Ủ vi sinh chất cấy khi không có mặt chất thử nghiệm và chất hữu cơ khác, với mục đích nâng cao hiệu quả của thử nghiệm bằng cách làm thích nghi các vi sinh vật với điều kiện thử nghiệm

3.13

Phân hủy sinh học sơ cấp (primary biodegradation)

Thay đổi cấu trúc của hợp chất hóa học bằng các vi sinh vật kết quả là làm mất đi tính chất hóa học đặc trưng.

3.14

Tổng cacbon hữu cơ (total organic carbon)

TOC

Toàn bộ cacbon có mặt trong các chất hữu cơ hoà tan và lơ lửng trong nước

3.15

Phân hủy sinh học hiếu khí hoàn toàn (ultimate aerobic biodegradation)

Phá vỡ một hợp chất hoá học hoặc chất hữu cơ bằng các vi sinh vật khi có mặt oxy tạo thành cacbon đioxit, nước và muối khoáng của bất kỳ nguyên tố nào có mặt (sự khoáng hóa) và tạo ra sinh khối mới.

4 Nguyên tắc

Phương pháp này trình bày cách xác định sự đào thải và nếu có thể, là sự phân hủy sinh học sơ cấp hoặc hoàn toàn của các hợp chất hữu cơ tan trong nước bằng các vi sinh vật hiếu khí trong hệ thống thử nghiệm vận hành liên tục mô phỏng theo quá trình bùn được hoạt tính. Môi trường chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học và hợp chất hữu cơ thử nghiệm là nguồn cacbon và năng lượng cho các vi sinh vật.

Hai phương pháp thử nghiệm (bùn hoạt tính của nhà máy xử lý nước thải hoặc bùn hoạt tính trong bình xấp) được hoạt động song song trong cùng một điều kiện xác định với thời gian lưu trung bình HRT

trong 6 h (8.3.1) và thời gian lưu trung bình của bùn hoạt tính (tuổi của bùn hoạt tính) SRT từ 6 ngày đến 10 ngày (8.3.3).

CHÚ THÍCH 1 HRT là thời gian lưu trung bình của nước thải trong bình sục khí. Thời gian này được tính bằng cách chia thể tích bùn, tính bằng lít, cho tốc độ dòng nước thải, tính bằng lít trên ngày.

CHÚ THÍCH 2 STR là thời gian lưu trung bình của bùn hoạt tính trong bình sục khí. Thời gian này được tính bằng cách chia thể tích hoặc khối lượng của bùn hoạt tính trong bình sục khí cho thể tích hoặc khối lượng của bùn được loại đi trong ngày. Nếu thời gian được chọn là 8 ngày, thì loại bỏ 1/8 thể tích của bùn hoạt tính trong bình sục khí cho mỗi ngày làm việc và loại bỏ đi.

Hợp chất thử nghiệm được thêm vào cùng với môi trường hữu cơ, thường ở nồng độ tương đương của DOC trong khoảng từ 10 mg/l đến 20 mg/l, trong dòng vào và chỉ trong một thiết bị thử. Thiết bị thử thứ hai được sử dụng như là thiết bị kiểm soát để xác định độ phân hủy sinh học của môi trường hữu cơ khi các phân tích dựa trên DOC hoặc COD.

Mẫu thử nghiệm của dòng ra được lấy định kỳ và phân tích chỉ tiêu DOC hoặc COD định kỳ. Sự khác nhau giữa các giá trị trong dòng ra của hệ thử nghiệm và thiết bị kiểm tra được so sánh với nồng độ dòng vào của hợp chất thử nghiệm được sử dụng để xác định độ phân hủy của hợp chất thử nghiệm. Tùy thuộc vào việc đánh giá đặc tính và các thông tin có sẵn khác, ví dụ từ các thử nghiệm khác, có thể tính được độ phân hủy sinh học hoàn toàn.

Nếu cần, sự phân hủy sinh học sơ cấp của hợp chất thử nghiệm có thể được xác định bằng phân tích các chất cụ thể. Tùy chọn, các thiết bị có thể hoạt động trong điều kiện khử nitrat (xem Phụ lục A) hoặc kết hợp (xem Phụ lục B).

5 Môi trường thử nghiệm

Phép thử phải được tiến hành trong ánh sáng khuếch tán hoặc trong bóng tối, trong phòng kín không có hơi độc đối với vi sinh vật và tại nhiệt độ được kiểm soát trong khoảng từ 20 °C đến 25 °C. Cho các mục đích đặc biệt, có thể chấp nhận thử nghiệm trong khoảng nhiệt độ khác.

6 Thuốc thử

Chỉ sử dụng các thuốc thử phân tích tinh khiết, trừ các trường hợp đặc biệt.

6.1 Nước vôi, chứa ít hơn 3 mg/l DOC.

6.2 Nước đã loại ion, chứa ít hơn 1 mg/l DOC.

6.3 Môi trường hữu cơ

TCVN 6826 : 2009

6.3.1 Khái quát

Nước cống tổng hợp, nước thải sinh hoạt hoặc hỗn hợp của cả hai loại được coi là môi trường hữu cơ. Đo nồng độ DOC [ví dụ TCVN 6624 (ISO 8245) hoặc COD, ví dụ TCVN 6491 (ISO 6060)] trong mỗi mẻ môi trường hữu cơ mới và xác định độ kiềm, nếu có yêu cầu.

Thực nghiệm chứng tỏ rằng môi trường OECD (6.3.2) có thể không thích hợp cho một số trường hợp. Do đó, hai môi trường tổng hợp đã được thử nghiệm thành công trong các phòng thử nghiệm được mô tả trong tiêu chuẩn này. Nước thải sinh hoạt (6.3.5) cũng có thể được sử dụng. Nên sử dụng nước thải sinh hoạt như là một cách đưa chất cấy liên tục và một lượng vô cùng lớn chất dinh dưỡng có sẵn để nâng cao hiệu quả phân hủy sinh học của thử nghiệm.

6.3.2 Nước cống tổng hợp 1 (Môi trường OECD), cho nồng độ DOC trung bình khoảng 100 mg/l và nồng độ COD khoảng 300 mg/l trong dòng vào.

Nước cống tổng hợp 1 gồm có những thành phần sau:

- pepton	160 mg
- chất chiết thịt	110 mg
- urê	30 mg
- kali hydrophosphat khan (K_2HPO_4)	28 mg
- natri clorua ($NaCl$)	7 mg
- canxi clorua ngậm hai nước ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$)	4 mg
- magie sunphat ngậm bảy nước ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	2 mg
- nước vôi (6.1)	1 l

6.3.3 Nước cống tổng hợp 2, cho nồng độ DOC trung bình khoảng 150 mg/l và COD khoảng 400 mg/l trong dòng vào.

Nước cống tổng hợp 2 gồm có những thành phần sau:

- pepton	192 mg
- chất chiết thịt	138 mg
- gluco monohydrat	19 mg
- amoni clorua (NH_4Cl)	23 mg
- kali dihydrophosphat khan (KH_2PO_4)	16 mg
- natri hydrophosphat ngậm hai nước ($NaHPO_4 \cdot 2H_2O$)	32 mg
- natri hydro cacbonnat ($NaHCO_3$)	294 mg

- natri clorua (NaCl)	60 mg
- sắt (III) clorua ngậm sáu nước ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	40 mg
- nước vôi (6.1)	1 l

Khuyến nghị nên bổ sung dung dịch sắt clorua riêng rẽ và trực tiếp vào trong bình sục khí để ngăn chặn sự kết tủa, đặc biệt nếu dung dịch đậm đặc được khử khuẩn (8.3.1). Ví dụ, nếu dung dịch gốc chứa 45 g/l sắt (III) clorua được chuẩn bị, phải bổ sung thêm 5 ml dung dịch này mỗi ngày cho bình sục khí.

6.3.4 Nước cống tổng hợp 3, cho nồng độ DOC trung bình khoảng 180 mg/l và COD khoảng 470 mg/l trong dòng vào.

Thành phần được cân bằng cho hệ thống loại bỏ chất dinh dưỡng như mô tả trong Phụ lục A, nhưng nó không được dùng trong hệ thống thử nghiệm tiêu chuẩn. Nước cống tổng hợp 3 bao gồm những thành phần sau (thông tin thêm, xem tài liệu tham khảo [4] và [5]):

- pepton	15 mg
- chất chiết thịt	15 mg
- tinh bột khoai tây	50 mg
- sữa bột	120 mg
- glycerin	40 mg
- natri axetat	120 mg
- urê	75 mg
- axit uric	9 mg
- amoni clorua (NH_4Cl)	11 mg
- magie hydrophosphat ngậm ba nước ($\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)	25 mg
- trikaliphosphat ngậm ba nước ($\text{K}_3\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)	20 mg
- diatomit	10 mg
- bột bùn hoạt tính, khô lạnh	50 mg
- sợi tự nhiên	80 mg
- alkylbenzen sulphonat mạch thẳng (LAS)	10 mg
- rượu etoxylat C_{12} đến C_{14} EO5 hoặc chất hoạt động bề mặt dễ phân hủy sinh học khác	10 mg
- muối tetranatri etylen diamin tetra axit acetic ($\text{Na}_4\text{-EDTA}$)	0,29 mg
- nguyên tố vết	

TCVN 6826 : 2009

CaCl ₂	5 mg
NaHCO ₃	25 mg
FeSO ₄ . 7H ₂ O	10 mg
CuCl ₂ . 2H ₂ O	0,48 mg
CoCl ₂ . 6H ₂ O	0,05 mg
ZnCl ₂	0,18 mg
MnSO ₄ . H ₂ O	0,1 mg
K ₂ MoO ₄	0,020 mg
Cr(NO ₃) ₃ . 9H ₂ O	0,68 mg
NiSO ₄ . 6H ₂ O	0,3 mg.

– nước vôi

1 l.

CHÚ THÍCH Trong môi trường này chứa các chất hoạt động bề mặt vì vậy có thể không phù hợp với việc xác định mức độ phân hủy sinh học của các chất hoạt động bề mặt

6.3.5 Nước thải sinh hoạt, mới, đã lắng cặn, không chứa cặn thô, nếu cần trung hòa về (pH 7 ± 0,5).

Nên sử dụng nước cống (8.2) từ cùng một trạm xử lý bằng cùng chất cầy bùn. Nước cống có thể lưu giữ vài ngày ở nhiệt độ 4 °C nếu DOC và COD giảm không đáng kể trong quá trình lưu giữ (ví dụ ít hơn 20 % so với nồng độ ban đầu). Để ổn định hệ bùn hoạt tính nên điều chỉnh DOC hoặc COD ở mỗi mẻ mới đến giá trị ví dụ 100 mg/l DOC hoặc 300 mg/l COD, bằng cách pha loãng bằng nước vôi.

6.3.6 Môi trường hữu cơ cải tiến, môi trường hữu cơ (từ 6.3.2 đến 6.3.5) được pha loãng bằng nước vôi.

VÍ DỤ Nếu nước cống tổng hợp 1 (6.3.2) được pha loãng với tỉ lệ 1:1 thì nồng độ DOC trong dòng vào sẽ là 50 mg/l.

Nước thải sinh hoạt có độ axit hoặc độ kiềm thấp hoặc nước cống tổng hợp từ nước vôi có nồng độ axit hoặc kiềm thấp có thể phải cho thêm dung dịch đệm phù hợp để tạo thuận lợi cho các quá trình sinh học, đặc biệt là quá trình nitrat hóa. pH khoảng 7,5 ± 0,5 ở bình sục khí trong quá trình thử nghiệm có thể đạt được khi thêm 1500 mg/l dung dịch đệm kali dihydrophosphat (KH₂PO₄) vào nước cống tổng hợp 1 (6.3.2). Thời gian và cách thức bổ sung dung dịch đệm tùy thuộc vào độ axit hoặc độ kiềm của môi trường hữu cơ và giá trị pH trong bình sục khí.

6.4 Dung dịch gốc của chất thử nghiệm, là dung dịch có nồng độ chất thử nghiệm thích hợp, ví dụ 5 g/l, trong nước vôi (6.1) hoặc nước đã được loại ion (6.2)

Kiểm tra xem dung dịch này khi pha loãng bằng nước vôi đến nồng độ phép thử có tạo thành kết tủa hay không.

Xác định DOC và TOC của dung dịch gốc. Nếu sai khác giữa DOC và TOC < 20 % thì DOC có thể được dùng như thông số phân tích. Nếu sai khác DOC và TOC > 20 % thì cần kiểm tra chất thử nghiệm có tan hoàn toàn trong nước ở nồng độ thử nghiệm mong muốn không (8.3.2). Cần đo lặp lại DOC cho mỗi mẻ mới dung dịch gốc để đảm bảo pha chế đúng. So sánh DOC của dung dịch gốc và giá trị lý thuyết để đánh giá độ tìm thấy thu hồi phân tích (thường > 90 %) là đạt. Phải đánh giá DOC để có thể xem như là thông số phân tích hay không. Nếu kết quả bị phân tán, cần ly tâm mẫu. Nếu muốn xác định được sự phân hủy sinh học sơ cấp thì cần kiểm tra nồng độ hợp chất thử của dung dịch gốc và đo được bằng cách so sánh với giá trị lý thuyết.

Xác định pH của dung dịch gốc. Giá trị pH bất thường chỉ ra rằng chất thử có thể gây ảnh hưởng đến pH của bùn hoạt tính trong hệ thống thử nghiệm. Trong trường hợp này, có thể trung hòa dung dịch gốc đến pH thích hợp (7 ± 0,5) bằng lượng nhỏ axit hoặc bazơ vô cơ nhưng tránh làm kết tủa hợp chất thử nghiệm. Nếu có kết tủa thì phải dùng khoảng giá trị pH khác.

7 Thiết bị, dụng cụ

7.1 Hệ thống thử nghiệm, bao gồm thiết bị thử và thiết bị điều khiển

Thiết bị thử nghiệm gồm một trạm xử lý dùng bùn hoạt tính (gọi là thiết bị Hasman) hoặc một bình xộp (xem Phụ lục C). Cả hai trường hợp, bình chứa cần đủ lớn cho dòng vào, dòng ra và bơm để đo lưu lượng dòng vào. Một thiết bị điều khiển có thể dùng cho nhiều thiết bị thử nghiệm. Trường hợp ghép (xem Phụ lục B) cần dùng một thiết bị điều khiển cho mỗi thiết bị thử nghiệm.

Mỗi trạm xử lý dùng bùn hoạt tính gồm một bình sục khí có dung tích khoảng 3 l chứa bùn hoạt tính và một bình tách bùn (lắng thứ cấp) có dung tích khoảng 1,5 l. Được phép sử dụng các loại bình có kích thước khác nhau nếu chúng vận hành với dung tích tương đương. Nếu không ổn định được nhiệt độ trong phòng thử nghiệm ở khoảng yêu cầu thì có thể dùng, ví dụ các bình có lớp điều nhiệt bằng nước có nhiệt độ được kiểm soát. Dùng bơm định lượng hoặc bơm khí để vận chuyển liên tục hoặc gián đoạn bùn hoạt tính từ bộ phận tách bùn đến bình sục khí. Sử dụng bơm định lượng cho phép vận chuyển bùn lắng nước cồng đến dòng vào và sau đó đến bình sục khí, như vậy bùn lắng không trở thành môi trường yếm khí. Thiết kế chỉ riêng bơm không khí không thực hiện được điều đó.

Hệ thống bình xộp bên trong có một bình hình trụ xộp có đáy hình nón trong một bình lớn hơn một chút có cùng hình dạng bằng vật liệu không thấm. Sự tách bùn khỏi môi trường hữu cơ đã xử lý được thực hiện do sự thấm qua thành xộp. Nước được thu qua vành ngoài bình trụ xộp chảy vào bình hứng. Không có sự lắng đọng bùn nên không cần hồi lưu bùn và không tạo nên những vùng yếm khí. Toàn bộ hệ thống được có thể lắp trong phòng có điều hòa nhiệt độ hoặc trên bếp cách thủy. Bình xộp có thể bị tắc, trong trường hợp đó có thể thay bình xộp khác và chuyển bùn sang. Làm sạch bình bị bit bằng xúc trong dung dịch natri hypochlorit, và sau đó là nước và tráng sạch bằng nước.

CHÚ THÍCH Vật liệu xộp có thể là polyetylen có cỡ lỗ cực đại là 90 µm và có độ dày 2 mm.

TCVN 6826 : 2009

Để sục khí cho bùn trong bình sục khí của cả hai thiết bị nên sử dụng kỹ thuật thích hợp, ví dụ, dùng bọt, xốp và không khí nén nếu có yêu cầu. Không khí phải được làm sạch, nếu cần, có thể cho qua cái lọc phù hợp và dung dịch rửa. Cần đủ khí đi qua hệ thống để đảm bảo điều kiện hiếu khí và bùn ở trạng thái lơ lửng trong suốt thời gian thử nghiệm.

Hệ thống thử không hoàn toàn giống trạm xử lý nước dùng bùn hoạt tính, nhưng cả hai hệ thống trên tỏ ra rất thích hợp cho các phòng thử nghiệm trong nhiều năm.

7.2 Thiết bị phân tích, dùng máy phân tích cacbon để xác định DOC và TOC [xem TCVN 6634 (ISO 8245)] hoặc COD xem [TCVN 6491 (ISO 6060)] và nếu cần có thể dùng máy phân tích các chất hoạt động bề mặt, máy xác định cặn, pH, nồng độ oxy trong nước, nhiệt độ, độ axit, độ kiềm và nếu cần nghiên cứu quá trình nitrat hoá và khử nitrat có thể xác định amoni, nitrit, nitrat.

7.3 Thiết bị lọc hoặc ly tâm

7.3.1 Thiết bị lọc dùng màng, có cỡ lỗ thích hợp (kích thước lỗ danh nghĩa 0,45 µm) hấp phụ các chất hữu cơ và giải phóng cacbon hữu cơ đến mức độ không đáng kể.

Nếu dùng màng lọc cần rửa màng bằng nước nóng để giải phóng chất hữu cơ bị hấp phụ. Chú ý rằng màng lọc rất dễ bị hỏng, bởi vậy nên sử dụng máy ly tâm.

7.3.2 Thiết bị ly tâm, thích hợp với việc vận hành ở 40 000 m/s².

8 Cách tiến hành

8.1 Khái quát

Phương pháp mô tả trong tiêu chuẩn này áp dụng cho trạm xử lý dùng bùn hoạt tính (thiết bị Husmann). Phương pháp này cần điều chỉnh thích hợp cho hệ thống dùng bình xốp.

8.2 Chuẩn bị chất cấy

Cấy hệ thống thử khi bắt đầu tiến hành thử nghiệm bằng bùn hoạt tính hoặc chất cấy chứa hàm lượng vi sinh vật thấp. Duy trì sục khí cho chất cấy ở nhiệt độ phòng đến khi dùng và chỉ sử dụng trong vòng 24 h.

Trường hợp đầu, lấy một mẫu bùn hoạt tính từ bình sục khí từ trạm xử lý nước thải bằng sinh học đang hoạt động hiệu quả (ví dụ từ đầu ra cuối ống dẫn) hoặc một trạm xử lý trong phòng thí nghiệm nhận chủ yếu nước thải sinh hoạt.

Xác định nồng độ chất rắn lơ lửng. Nếu cần, thì làm đặc bùn bằng cách lắng để cho thể tích thêm vào hệ thống thử là tối thiểu. Cần đảm bảo rằng nồng độ ban đầu trong bình sục khí vào khoảng 2,5 g/l chất rắn khô.

Trường hợp thứ hai, dùng 2 ml/l đến 10 ml/l nước thải từ một trạm xử lý nước thải sinh học làm chất cấy. Bùn hoạt tính phát triển và tăng trưởng trong hệ thống thử. Để thu được càng nhiều loại vi khuẩn càng

tốt có thể kết hợp nhiều nguồn chất cấy. Khi dùng lượng chất cấy ít thường mất nhiều thời gian hơn để đạt nồng độ bùn.

8.3 Tiến hành thử nghiệm

8.3.1 Lấy môi trường hữu cơ

Lắp đặt hệ thống thử (7.1) trong phòng có kiểm soát nhiệt độ (Điều 5) hoặc hệ thống thử có lớp điều nhiệt bằng nước.

Chuẩn bị đủ lượng môi trường hữu cơ mong muốn (6.3). Trước tiên, nạp đầy bình sục khí và bộ phận tách bằng môi trường hữu cơ và thêm chất cấy (8.2). Khởi động sục khí để bùn ở trạng thái huyền phù và trong điều kiện hiếu khí; bắt đầu cho dòng vào và hồi lưu bùn lắng.

Bơm định lượng môi trường hữu cơ từ bình chứa vào bình sục khí của thiết bị thử và thiết bị thử trắng. Để có được thời gian lưu trung bình (xem chú thích 1, Điều 4) bằng 6 h trong bình sục khí, thì bơm môi trường hữu cơ ở 0,5 l/h vào bình sục khí, tốt nhất là ở những khoảng thích hợp (xem chú thích 8.3.3) để bùn lắng được tốt. Đo cẩn thận lượng môi trường hữu cơ lấy vào thiết bị.

Nếu môi trường hữu cơ được giữ lâu hơn một ngày, cần làm lạnh đến khoảng 4 °C để tránh vi khuẩn phát triển và phân huỷ sinh học ở ngoài thiết bị thử.

Nếu dùng nước cống tổng hợp thì có thể thêm dung dịch gốc cô đặc của nước cống tổng hợp (ví dụ đặc hơn 10 lần) và một lượng nước vôi để thu được nồng độ DOC hoặc giá trị COD mong muốn trong dòng vào. Bảo quản dung dịch gốc ở 4 °C trong tủ lạnh và dùng trực tiếp hoặc dùng dung dịch đã khử khuẩn.

Nếu dùng nước thải sinh hoạt thì lắp đặt một đường ống, ví dụ một vòng ống, và bơm liên tục nước cống đã được lắng (hoặc được gạn) qua đó. Lấy nước thải từ đường ống này vào bình chứa sao cho luôn luôn có nước thải mới và nồng độ oxy hoà tan không xuống dưới 4 mg/l.

8.3.2 Định lượng hợp chất thử

Thêm một lượng dung dịch gốc chất thử (6.4) vào bình chứa của dòng vào hoặc lấy trực tiếp vào bình sục khí bằng bơm liên tục hoặc gián đoạn. Nồng độ thử nghiệm trung bình trong dòng vào cần có DOC giữa 10 mg/l và 20 mg/l và không vượt quá 50 mg/l. Nếu độ tan của chất thử thấp hoặc do độc tính của chất thử có thể giảm nồng độ thử nghiệm nhưng không nhỏ hơn 5 mg/l DOC vì lý do phân tích. Nếu sự phân huỷ sinh học sơ cấp được xác định bằng phương pháp phân tích đặc biệt thì nồng độ thử có thể sử dụng nhỏ hơn. Cần kiểm tra để khi thêm dung dịch gốc vào nước vôi thì không sinh ra kết tủa. Với chất thử ít tan trong nước có thể thêm bằng kỹ thuật riêng. Xem TCVN 6918 (ISO 10634) để biết thêm thông tin.

Thêm chất thử ngay khi bắt đầu thử hoặc sau thời gian ổn định khi mà phần lớn DOC (khoảng 80 %) đã được loại khỏi môi trường hữu cơ. Điều quan trọng là các hệ thống thiết bị cần hoạt động với cùng hiệu suất. Nếu không, cần trộn lẫn bùn rồi chia đều cho các hệ thống. Thêm dần chất thử ngay từ đầu có ưu điểm là bùn hoạt tính dễ thích nghi với hợp chất thử.

TCVN 6826 : 2009

Xác định đều đặn thể tích trong bình chứa hoặc đo chính xác tốc độ dòng nhằm xác định chính xác lượng chất thử được đưa vào hệ thống.

8.3.3 Thao tác với bùn hoạt tính

Nồng độ chất rắn trong bùn hoạt tính thường ổn định trong khi thử, và nằm trong khoảng từ 1 g/l đến 3 g/l tùy theo chất lượng và nồng độ của môi trường hữu cơ, điều kiện vận hành, bản chất các vi sinh vật hiện hữu và ảnh hưởng của chất thử.

Xác định chất rắn lơ lửng hàng tuần (ví dụ TCVN 6625 (ISO 11923)) trong bình sục khí và loại bùn dư để nồng độ khoảng 1 g/l đến 3 g/l, hoặc xác định thời gian lưu bùn trung bình SRT (tuổi bùn) đều đặn từ 6 ngày đến 10 ngày. SRT có thể điều khiển bằng cách loại một thể tích nhất định hàng ngày bằng bơm tự động và gián đoạn, xem thêm Phụ lục D.

CHÚ THÍCH Để loại bùn, nếu chọn thời gian là 8 ngày thì mỗi ngày loại bỏ 1/8 thể tích bùn hoạt tính trong bình sục khí, xem thêm chú thích 2 Điều 4.

Duy trì gần như không đổi nồng độ chất rắn lơ lửng mà không duy trì thời gian lưu bùn, thời gian lưu bùn có ý nghĩa quyết định về mức độ phân huỷ sinh học và nồng độ chất thử trong dòng ra. Vì nồng độ chất rắn lơ lửng trong bùn không phải là một thông số độc lập, giá trị cao hơn 3 g/l không thể đạt được nếu xử lý dòng vào nồng độ thấp. Ngược lại, giá trị cao của DOC đào thải không thể đạt được nếu duy trì nồng độ chất rắn lơ lửng thấp với dòng vào có nồng độ DOC cao.

Hàng ngày cần gạt bùn dính trên thành bình sục khí và thiết bị tách xuống dung dịch. Kiểm tra thường xuyên các ống để tránh lớp mỏng vi sinh phát triển. Để xác định tốt tuổi bùn cần loại bùn khỏi bình sục khí ít nhất mỗi ngày một lần. Chuyển bùn lắng từ bộ phận tách sang bình sục khí tốt nhất là bằng bơm gián đoạn.

CHÚ THÍCH Ở trạm bùn hoạt tính (7.1) (Husmamn) có thể có ít bùn lắng hoặc bị hao hụt bùn. Điều đó có thể điều chỉnh bằng nhiều cách mà có thể tiến hành song song trong hệ thống thử nghiệm và kiểm tra:

- Thêm một lượng bùn mới thích hợp sau từng khoảng thời gian đều đặn (ví dụ hàng tuần)
- Bơm môi trường hữu cơ theo từng quãng thời gian (ví dụ 3 min đến 10 min mỗi giờ) vào bình sục khí.
- Bơm bùn theo cách gián đoạn (ví dụ 5 min mỗi 2,5 h để quay vòng 1 l/h đến 1,5 l/h) từ bộ phận tách đến bình sục khí.
- Thay cài thông khí bằng bơm nhu động và điều chỉnh dòng bùn hồi lưu xấp xỉ bằng dòng vào.
- Cho không khí sục mạnh trong thời gian ngắn (ví dụ 10 s trong mỗi giờ) qua bùn lắng trong bộ phận tách.
- Dùng ít chất chống bọt không độc, ví dụ dầu silicon, để tránh mất mát do tạo bọt.
- Thêm chất đông tụ thích hợp, ví dụ khoảng 2 ml dung dịch sắt (III) clorua (FeCl_3 50 g/l), vào mỗi thiết bị thử, đảm bảo rằng không có phản ứng hoặc kết tủa với chất thử.

8.3.4 Lấy mẫu và phân tích

Ở những khoảng thời gian đều đặn, đo nồng độ oxy hoà tan [ví dụ TCVN 6001 (ISO 5814)], nhiệt độ và pH [ví dụ TCVN 6492 (ISO 10523)] của bùn hoạt tính trong bình sục khí. Cần đảm bảo rằng luôn đủ oxy ($> 2 \text{ mg/l}$) và nhiệt độ được giữ trong khoảng mong muốn (thường là $20 \text{ }^\circ\text{C}$ đến $25 \text{ }^\circ\text{C}$). Giữ pH trong khoảng (7.5 ± 0.5) bằng cách thêm axit hoặc bazơ vô cơ vào bình sục khí hoặc dòng vào, hoặc tăng dung lượng đệm của môi trường hữu cơ (6.3). Tần suất đo phụ thuộc vào thông số cần đo và độ ổn định của hệ thống và có thể thay đổi hàng ngày hay hàng tuần.

Để xác định sự phân huỷ sinh học cuối cùng, cần đo DOC [TCVN 6634 (ISO 8245)] hoặc COD [TCVN 6491 (ISO 6060)] trong dòng chảy vào và dòng chảy ra của thiết bị thử và thiết bị kiểm tra. Để xác định sự phân huỷ sinh học sơ cấp, đo bằng cách phân tích nồng độ chất thử ở dòng vào và dòng ra của thiết bị thử. Sự chênh lệch nhỏ của hai nồng độ DOC hoặc COD tương đối lớn trong môi trường hữu cơ với nồng độ chất thử có thể dẫn đến những sai lệch số liệu. Do đó nên xác định các thông số này từ nồng độ dung dịch gốc chất thử (6.4), môi trường hữu cơ (6.3) và thể tích lấy vào thiết bị thử và thiết bị kiểm tra.

Để giảm số mẫu và sự dao động của số liệu dòng vào, nên đo COD và nồng độ DOC hoặc chất thử ở mỗi lô dung dịch gốc và môi trường hữu cơ và tính toán nồng độ ở dòng vào thay vì đo trực tiếp ở dòng vào.

Để xác định các thông số ở dòng chảy ra, lấy các mẫu phù hợp (ví dụ mẫu tổ hợp trong 24 h) từ dòng ra được thu gom và lọc (7.3.1) hoặc ly tâm (7.3.2) chung ở khoảng $40\,000 \text{ m/s}^2$ trong 15 min. Nên dùng cách ly tâm, nhất là khi việc lọc gặp khó khăn. Xác định DOC hoặc COD ít nhất hai lần để đo sự phân huỷ sinh học cuối cùng và nếu muốn, xác định sự phân huỷ sinh học sơ cấp bằng phân tích chất thử.

Việc sử dụng thông số COD có thể gây khó khăn cho phân tích khi giá trị COD thấp. Bởi vậy chỉ nên dùng giá trị COD cao (khoảng 3 mg/l COD).

Nếu chất thử bị hấp phụ, nên đo lượng bị hấp phụ vào bùn bằng kỹ thuật phân tích đặc biệt. Khả năng hấp phụ các chất thử trên bùn có thể xác định bằng thử hấp phụ đặc biệt (ISO 18749).

Tần suất lấy mẫu phụ thuộc vào thời gian thử. Nên lấy 3 mẫu trong một tuần. Khi máy móc hoàn hảo, sau khi nạp chất thử cần để từ một tuần đến tối đa là sáu tuần để đạt được trạng thái ổn định. Sau đó cần thu được ít nhất là 15 số liệu trên pha bão hoà của kết quả thử. Phép thử có thể kết thúc khi sự giảm xuống của chất hữu cơ đã đủ (ví dụ $> 90 \%$) và có đủ 15 số liệu. Thời gian thử thông thường không quá 12 tuần sau khi thêm chất thử.

Mọi phân tích cần làm ngay. Nếu không phân tích được ngay thì giữ mẫu ở khoảng $4 \text{ }^\circ\text{C}$ trong nơi tối, trong bình đậy kín và đầy. Nếu giữ mẫu quá 48 h thì phải để ở đông lạnh và axit hoá (thêm 10 mg/l axit sunfuric 400 g/l) hoặc thêm chất độc thích hợp (ví dụ 20 mg/l dung dịch thủy ngân (II) clorua 10 g/l). Cần đảm bảo rằng kỹ thuật bảo quản không làm ảnh hưởng đến nồng độ chất thử trong mẫu.

9 Tính toán và thể hiện kết quả

9.1 Tính độ đào thải

Để xác định phần trăm đào thải chất thử (trên cơ sở đo DOC hoặc COD) dùng công thức (1):

$$F_t = \frac{V_{i,0} - (V_{e,t} - V_{c,t})}{V_{i,0}} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó

- F_t là độ đào thải chất thử, tính bằng phần trăm (dựa trên đo DOC hoặc COD) ở thời điểm t;
- $V_{i,0}$ là nồng độ DOC hoặc COD trong dòng vào của chất thử, thường xác định từ dung dịch gốc, tính bằng miligam trên lít;
- $V_{e,t}$ là nồng độ DOC hoặc COD trong dòng ra ở thời điểm t, tính bằng miligam trên lít ;
- $V_{c,e}$ là nồng độ DOC hoặc COD ở dòng ra kiểm tra ở thời điểm t, tính bằng miligam trên lít.

Độ đào thải của môi trường hữu cơ ở thiết bị kiểm tra (trên cơ sở số đo DOC hoặc COD) là thông tin rất có ích cho việc đánh giá hoạt tính phân huỷ sinh học của bùn hoạt tính và được tính theo công thức (2).

$$F_{m,t} = \frac{V_{c,t} - V_{s,t}}{V_{c,t}} \times 100 \quad (2)$$

Trong đó

- $F_{m,t}$ là độ đào thải của môi trường hữu cơ ở thiết bị kiểm tra (trên cơ sở đo DOC hoặc COD) ở thời điểm t, tính bằng phần trăm;
- $V_{c,t}$ là nồng độ DOC hoặc COD của môi trường hữu cơ trong dòng vào kiểm tra, tính bằng miligam trên lít.

Để xác định độ đào thải của chất thử bằng cách đo bằng các phương pháp đặc biệt dùng công thức (3):

$$F_{s,t} = \frac{V_{s,t} - V_{s,e}}{V_{s,t}} \times 100 \quad (3)$$

Trong đó

- $F_{s,t}$ là độ đào thải chất thử ở thời điểm t, tính bằng phần trăm;
- $V_{s,t}$ là nồng độ chất thử ở dòng vào được đo hoặc ước lượng, tính bằng miligam trên lít;
- $V_{s,e}$ là nồng độ chất thử ở dòng ra ở thời điểm t, tính bằng miligam trên lít .

9.2 Trình bày kết quả

Vẽ đồ thị phần trăm đào thải F_t và nếu có thể, $F_{t,0}$ là hàm của thời gian (ví dụ xem Phụ lục E). Từ đường cong đào thải này xác định đường cong sự phân huỷ sinh học.

Nếu sự đào thải DOC cao ngay từ khi bắt đầu thử thì chất thử có thể bị hấp phụ trên bùn hoạt tính. Có thể chứng minh điểm này bằng một phép thử hấp phụ (xem ISO 18749 [29]) và dùng phương pháp phân tích riêng rẽ để xác định chất thử bị hấp phụ.

Tính toán giá trị đào thải trung bình trên pha bão hoà của đường cong. Thời gian của pha bão hoà này ít nhất là 3 tuần với khoảng 15 giá trị đo.

Làm tròn tới 1 %, giá trị trung bình là mức đào thải của chất thử. Tính toán giá trị trung bình với độ tin cậy 95 %.

9.3 Chỉ thị về phân huỷ sinh học

Nếu chất thử không bị hấp phụ đáng kể trên bùn hoạt tính và đường cong đào thải có dạng xich ma với pha chậm, pha tăng tốc và pha bão hoà, coi sự đào thải đo được của chất thử là sự phân huỷ sinh học. Nếu sự hấp phụ lớn xảy ra từ đầu thì không thể phân biệt được sự phân huỷ sinh học hay quá trình đào thải vô sinh. Những trường hợp nghi ngờ như vậy cần phân tích chất thử bị hấp phụ và tiến hành thử thêm dựa trên những thông số rõ ràng về quá trình sinh học như phép thử dùng hồ hấp kế [TCVN 6827 (ISO 9408)] hoặc phép thử với đo sự sinh ra cacbon dioxit [TCVN 6489 (ISO 9439) hoặc ISO 14593]. Trường hợp đó nên dùng chất cấy đã thử trước từ phép thử mô phỏng.

9.4 Phân huỷ sinh học của môi trường hữu cơ

Vẽ đường cong phân huỷ sinh học của môi trường hữu cơ ở hệ thống thiết bị kiểm tra $F_{m,t}$ (dựa trên DOC hoặc COD đo được) theo thời gian, rồi tiến hành theo cách thức như đối với hợp chất thử.

10 Tính đúng đắn của phép thử

Thông tin về sự phân huỷ sinh học của chất cấy đạt được do xác định độ phân huỷ sinh học của môi trường hữu cơ trong thiết bị kiểm tra. Phép thử là đúng nếu sự phân huỷ của DOC hoặc COD trong thiết bị kiểm tra lớn hơn 80 % sau 2 tuần. Nếu giá trị này không đạt được, cần kiểm tra phương pháp thử bằng cách dùng chất cấy từ nguồn khác hoặc môi trường hữu cơ khác.

11 Báo cáo kết quả

Báo cáo kết quả cần gồm ít nhất những thông tin sau:

- a) Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- b) Loại hệ thống thử nghiệm (trạm bùn hoạt hoặc bình xỐp);

TCVN 6826 : 2009

- c) Loại và nồng độ môi trường thử;
- d) Nguồn gốc và nồng độ chất cặn và xử lý sơ bộ;
- e) Thời gian trung bình lưu nước, tuổi bùn trung bình và lượng bùn loại ra trung bình trong ngày;
- f) Chất lượng bùn hoạt tính trong thiết bị thử, như độ lớn khối bùn, chỉ số thể tích bùn, chất rắn lơ lửng trong dòng chảy ra;
- g) Mọi thông tin cần thiết để nhận dạng chất hữu cơ;
- h) Nồng độ dùng trong phép thử và DOC, TOC, nồng độ chất thử trong dung dịch gốc;
- i) Thông tin về thiết bị thử và thiết bị thử trắng;
- j) Kỹ thuật phân tích đã dùng (cho DOC, COD và phân tích những chất đặc biệt);
- k) Mọi số liệu đo được như DOC, COD, nồng độ chất thử, pH, nhiệt độ, nồng độ oxy, chất rắn lơ lửng;
- l) Các giá trị tính toán F_t , $F_{m,t}$ và $F_{s,t}$ theo hình thức bảng và sự đào thải/biểu đồ phân huỷ sinh học;
- m) Thông tin về pha chậm và pha bão hoà, thời gian thử, độ đào thải của chất thử và môi trường hữu cơ trong thiết bị kiểm tra với thông tin thống kê;
- n) Kết luận về sự phân huỷ sinh học của chất thử và tính đúng đắn của phép thử;
- o) Mọi khác biệt với phương pháp tiêu chuẩn và mọi bất thường có thể ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm.

Phụ lục A

(tham khảo)

Sự cải biên phép thử mô phỏng bùn hoạt tính để dùng với các trạm xử lý nước thải nitrat hoá và loại nitrat hoá

A.1 Nguyên tắc và phạm vi áp dụng

Những kiểu mới về trạm xử lý nước thải đã được thiết lập những năm gần đây và đang được sử dụng nhiều lên. Chúng gồm các kỹ thuật sinh học nhằm loại các chất dinh dưỡng, đặc biệt là các hợp chất nitơ khỏi nước thải. Sự cải biên phép thử mô phỏng bùn hoạt tính đối với nitrat hoá và loại nitrat hoá mô tả trong phụ lục này là ví dụ cho trạm xử lý kiểu mới như vậy. Những kỹ thuật và thiết bị khác cũng được dùng, ví dụ như kỹ thuật để loại bỏ sinh học phospho.

Mục tiêu đầu tiên khi dùng phép thử cải biên này là xác định sự phân huỷ sinh học của chất thử trong những điều kiện của trạm xử lý nước thải mới.

Dùng trạm bùn hoạt tính đặc biệt trong phòng thí nghiệm làm thiết bị khử (xem A.4 và hình A.1). Thiết bị kiểm tra được nạp liên tục môi trường hữu cơ và thiết bị thử được nạp liên tục môi trường hữu cơ và hợp chất thử.

Sự nitrat hoá và loại nitrat hoá được đảm bảo nhờ sử dụng môi trường có tỷ lệ C/N/P cân bằng, tải lượng bùn hoạt tính thấp, một bình loại nitrat hoá, một thời gian lưu nước khoảng 9 h đến 18 h trong bình sục khí và sự hồi lưu của nước thải nitrat hoá và bùn hoạt tính. Tải lượng của bùn hoạt tính là lượng DOC cấp hàng ngày theo lượng chất rắn lơ lửng trong bùn hoạt tính ở bình sục khí.

Bùn có thể hồi lưu về bình loại nitrat hoá bằng hai cách. Một cách là từ bộ phận tách tới bình loại nitrat hoá, cách khác là từ bình sục khí tới bình loại nitrat hoá qua mạch trong thứ hai.

Chất thử được dùng ở nồng độ không gây độc cho sinh vật ở bùn hoạt tính. Hiệu ứng độc như hô hấp, nitrat hoá hoặc ức chế phát triển có thể xác định được bằng thử độc tính vi khuẩn theo TCVN 6226 (ISO 8192), ISO 9509 hoặc ISO 15522.

Sự phân huỷ sinh học cuối cùng (vô cơ hoá) của chất thử, hỗn hợp các chất hoặc nước thải có thể xác định thông qua DOC hoặc COD. Sự phân huỷ sinh học sơ cấp có thể xác định bằng các phương pháp phân tích riêng.

A.2 Môi trường hữu cơ và dung dịch gốc chất thử

Để đảm bảo sự nitrat hoá ổn định khi dùng môi trường hữu cơ, thời gian lưu của bùn hoạt tính cần đủ lâu để vi khuẩn nitrat hoá cần thiết vốn phát triển chậm được duy trì trong hệ thống. Điều đó đạt được bằng tỷ lệ loại bùn thấp. Có thể pha loãng dòng vào để tránh ức chế sự nitrat hoá và giữ tải lượng DOC

thấp. Ví dụ đối với trạm bùn hoạt tính (A.3), pha loãng nước cống 1 (6.3.2) với nước vôi theo tỉ lệ 1:1 và bơm định lượng 0,5 l/h, hoặc trường hợp nước cống 2 (6.3.3) lấy 0,25 l/h. Nước cống tổng hợp 3 (6.3.4) là dành riêng cho thử mô phỏng loại bỏ chất dinh dưỡng. Chi tiết hơn xem tài liệu tham khảo [4] và [5].

Chuẩn bị dung dịch gốc chất thử như 6.4.

A.3 Thiết bị, dụng cụ

Một trạm bùn hoạt tính trong phòng thí nghiệm như mô tả ở 7.1 (xem Hình C.3 về kích thước bình sục khí và thiết bị tách) nhưng có thêm bình loại nitrat (xem Hình A.1). Bình này có hình dạng tương tự với một thiết bị tách với dung tích 1,5 l. Ba bình 1, 2 và 3 này phải được bố trí sao cho mức tràn ở bình 3 duy trì được lượng chất lỏng trong bình 1 là 3 l và trong bình 2 và 3 là 1,5 l.

A.4 Cách tiến hành

Lắp hệ thống thử nghiệm và nạp vào bình sục khí bùn lấy từ trạm xử lý nước thải sinh hoạt đang hoạt động có quá trình nitrat hoá đạt yêu cầu.

Chuẩn bị môi trường hữu cơ (6.3 và A.2) và nạp lượng cần có vào bình loại nitrat hoá của thiết bị thử. Nếu dùng nước cống tổng hợp (6.3.2 đến 6.3.4) nên nạp riêng dung dịch gốc đậm đặc và nước vôi vào thiết bị thử nghiệm và thiết bị kiểm tra.

Để tránh sự phân huỷ sinh học ở dung dịch gốc trong suốt thời gian bổ sung vào hệ thống thử nghiệm, cần giữ phần chưa dùng ở khoảng 4 °C. Dung dịch gốc đậm đặc chất dinh dưỡng có thể pha một lượng đủ và giữ nhiều ngày ở 4 °C, nếu đông lạnh có thể giữ đến 6 tháng. Dung dịch gốc có thể được khử khuẩn trong nồi hấp trước khi thêm vào thiết bị thử.

Nếu dùng nước thải sinh hoạt, cần điều chỉnh nồng độ DOC ở dòng vào cho phù hợp với nước thải tổng hợp và bằng cách này điều chỉnh độ tải trong trạm xử lý bùn hoạt tính.

Điều chỉnh dòng tổng số ($q_{i,t}$) ví dụ 0,5 l/h để thời gian lưu nước trong bình là 6 h đối với môi trường hữu cơ trong bình sục khí và 3 h trong bình loại nitrat hoá.

Chuyển bùn hoạt tính liên tục hoặc gián đoạn từ thiết bị tách sang bình loại nitrat hoá để sự lắng đọng của bùn hoạt tính ở thiết bị tách được tốt hơn. Lấy khoảng 200 ml bùn hoạt tính chia làm 6 lần trong một giờ bằng bơm (xem A.4 Hình A.1). Điều đó tương ứng với tỷ số hồi lưu bùn hoạt tính (F_{rec}) khoảng 2,5. Ở mức hồi lưu bùn hoạt tính q_{RS} tổng số khoảng 1,2 l. Hồi lưu bùn hoạt tính liên tục (q_{RL}) có thể thực hiện từ bình sục khí đến bình khử nitrat. Tỷ số hồi lưu chung như tính theo công thức A.1 không được vượt quá 4,0.

$$F_{rec} = (q_{RS} + q_{RL})/q_{i,t} \quad (A.1)$$

Trong đó

F_{rec} là tỉ số hồi lưu của bùn hoạt tính;

$q_{i,t}$ là dòng vào tổng số, lít trên giờ.

Hút bùn dư đều đặn (hàng ngày) khỏi hệ thống thử để đạt thời gian lưu bùn trung bình SRT (tuổi bùn) khoảng 15 ngày (8.3.3).

Sục khí để nồng độ oxy không dưới 2,0 mg/l và không quá 3,0 mg/l. Để làm điều đó cần đặt một máy đo oxy có điều khiển giới hạn và một điện cực oxy trong bình sục khí. Bật máy khuấy B.1 và B.2 trên Hình A.1. Điều khiển tốc độ B.2 để bùn hoạt tính không lắng trong bình sục khí và tốc độ B.1 để bùn hoạt tính không lắng trong bình loại nitrat hoá và nồng độ oxy không vượt quá 0,3 mg/l.

Nên khử khuẩn cho ống dẫn dung dịch gốc chất dinh dưỡng mỗi ngày một lần, ví dụ bằng etanol hoặc bằng nổi hấp cùng với dung dịch gốc chất dinh dưỡng. Bằng cách đó vi sinh vật bám vào thành ống bị diệt và tránh được hao hụt chất dinh dưỡng.

Thêm chất thử từ dung dịch gốc (6.4) để đạt nồng độ thử mong muốn (8.3.2). Thu nước chảy ra vào bình hứng và coi là mẫu tổng 24 h và dùng để phân tích sau khi trộn đều. Rửa sạch bình thu giữ và bình gộp sau mỗi lần làm và tráng sạch.

Xác định giá trị kép nồng độ DOC hoặc COD trong dòng ra của thiết bị thử và thiết bị kiểm tra. Đo trực tiếp tại dòng chảy hoặc tốt hơn tính toán nồng độ DOC hoặc giá trị COD chất thử ở dòng vào từ tỷ lệ tốc độ dòng và nồng độ đo được ở dung dịch gốc.

Khi dùng các phương pháp phân tích đặc biệt, ví dụ phân tích chất hoạt động bề mặt theo TCVN 6622-1 (ISO 7875-1) hoặc TCVN 6622-2 (ISO 7875-2), nên phân tích cả nồng độ hợp chất thử ở dòng vào và dòng ra.

Xác định độ nitrat hoá và loại nitrat hoá hai hoặc ba lần một tuần. Lấy mẫu từ dòng vào và từ dòng ra của bộ phận tách (hình C.1 và C.3), cái lọc (màng lọc cỡ lỗ 0,45 µm) và phân tích hàm lượng amoni (ISO 11732) nitrit và nitrat [TCVN 6494 (ISO 10304)].

A.5 Chuẩn mực về tính đúng đắn của phép thử

Vì môi trường hữu cơ được dùng là khác nhau nên không có chuẩn mực về tính đúng đắn chặt chẽ. Phép thử được coi là đạt yêu cầu nếu dùng nước cống 1 (xem 6.3.2) cùng với chuẩn mực trình bày ở điều 10 thì nồng độ nitơ ở dòng ra của bình sục khí trong thiết bị kiểm tra là như sau:

- nitrat nitơ > 11 mg/l;
- amoni nitơ và nitrit nitơ, mỗi loại < 1 mg/l.

A.6 Số liệu đánh giá phương pháp

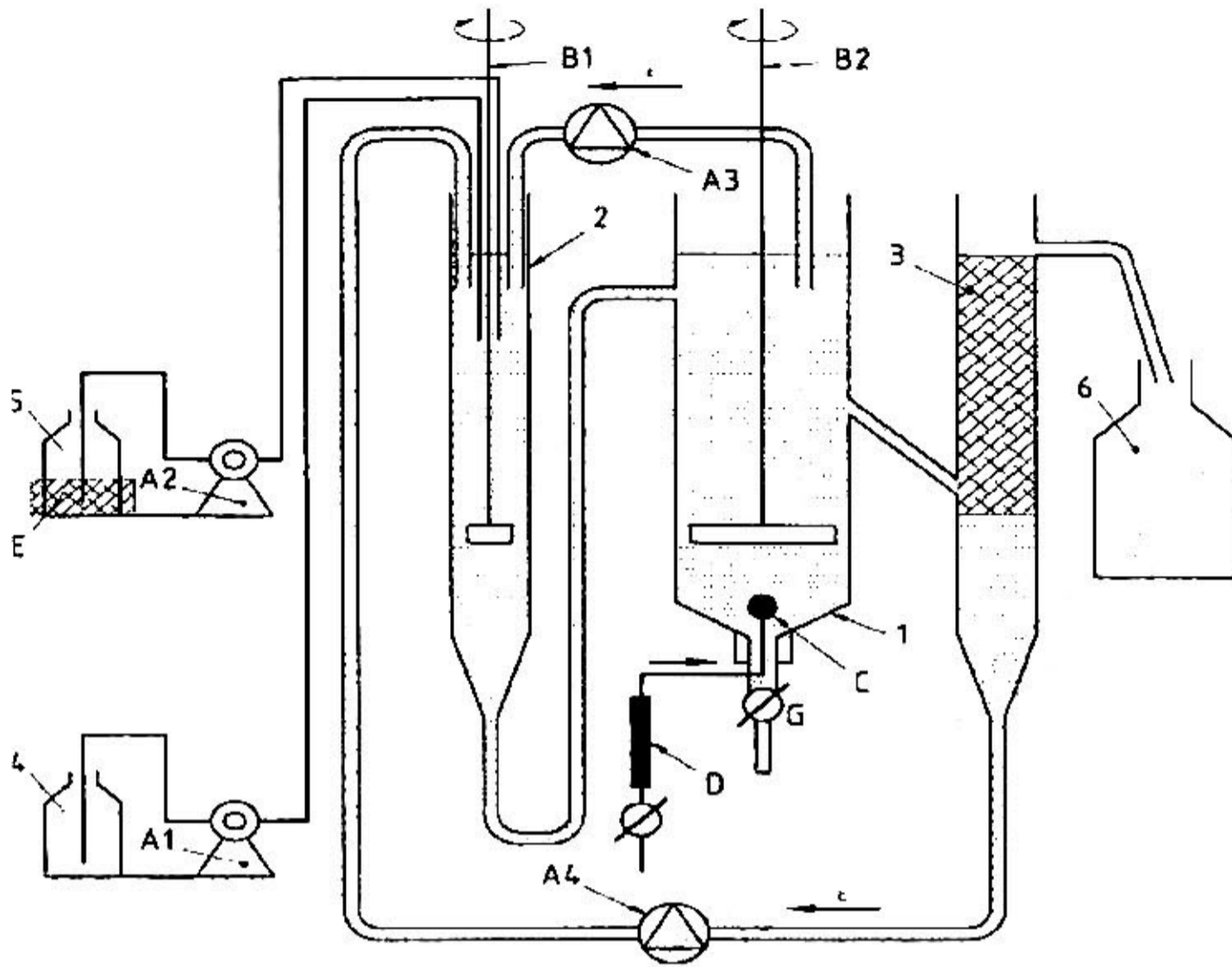
Phương pháp mô tả trong Phụ lục này do nhóm làm việc "Sự phân huỷ và thử sinh học" của Ban chất tẩy rửa thuộc Hội hoá học Đức xây dựng nên và đã được thử nghiệm nhiều lần bằng phương pháp thử liên phòng thí nghiệm. Chất được dùng là alkylbenzen sulphonat (LAS) mạch thẳng C10 đến C13 và iso-nonylphenol etoxylat chứa trung bình 20 mol EO (NPEO). Sự phân huỷ của cả hai là > 95 %, được đo bằng các phân tích chuyên dùng cho chất tẩy rửa. Số liệu đánh giá phương pháp trong năm 1995 và

TCVN 6826 : 2009

1996 được trình bày trên bảng A.1. Phép thử này được làm để kiểm tra khả năng nitrat hoá của hệ thống mà không sử dụng thiết bị thử khử nitrat hoá. Các phòng thí nghiệm dùng thiết bị và phương pháp trong tiêu chuẩn này, nước cống tổng hợp 1, pha loãng gấp đôi bằng nước, thời gian lưu nước trong bình trong hệ thống là 6 h. NH₄-N và NO₂-N không phát hiện thấy ở dòng vào. Sự loại nitơ dựa trên xác định tổng nitơ.

Bảng A.1 – Số liệu đánh giá phương pháp đào thải DOC/COD và nitơ tổng

Thông số	<i>L</i>	<i>n</i>	\bar{x}	<i>s</i>
Đào thải DOC/COD	3	8	92 ^a	1,7 ^a
NO ₃ -N trong dòng vào	3	7	8,9 ^b	1,5 ^b
Đào thải Nitơ	3	7	68 ^a	7,8 ^a
<i>L</i> là số phòng thí nghiệm <i>n</i> là số thực nghiệm \bar{x} là giá trị trung bình đo hoặc tính <i>s</i> là độ lệch chuẩn của giá trị trung bình.				
^a tính bằng phần trăm. ^b tính bằng miligam trên lit.				



Chú giải

1. Bình sục khí
 2. Bình khử nitrat hoá
 3. Bộ phận tách (lắng thứ cấp)
 4. Bình chứa nước pha loãng
 5. Bình chứa môi trường hữu cơ đậm đặc
 6. Bình gom nước chảy ra
- A Bơm định lượng
 B Khuấy
 C Sục khí (đĩa xốp)
 D Đo không khí
 E Thiết bị làm mát
- ^a Q_{PI}
^b Q_{RS}

Hình A.1 – Trạm bùn hoạt tính để nitrat hoá và khử nitrat hoá

Phụ lục B

(tham khảo)

Ghép đôi thiết bị xử (tùy chọn)

Nếu phép xử được thực hiện trong thiết bị ghép, mỗi ngày cần chuyển đổi một lượng bùn hoạt tính (150 ml đến 1500 ml cho bình sục khí 3 l) giữa bình sục khí của hệ thiết bị xử và hệ điều khiển. Nếu chất xử hấp phụ mạnh trên bùn thì chỉ chuyển phần dung dịch trong ở trên của bộ phận tách. Dùng hệ số hiệu chỉnh để tính kết quả xử (xem 9.1).

Sự trao đổi bùn tạo nên hiện tượng giống như có sự phân huỷ mạnh từ thời điểm tiến hành. Do đó có thể dùng hệ số hiệu chỉnh. Yếu tố này phụ thuộc vào phần trao đổi và thời gian lưu nước trung bình. Chi tiết cách tính toán có thể xem ở tài liệu tham khảo [1].

Tính toán cho DOC hoặc COD hiệu chỉnh dựa vào công thức (B.1)

$$F_{t,cor} = \frac{F_t - \frac{F_{int} \times \bar{t}_{HR}}{12} \times 100}{1 - \frac{F_{int} \times \bar{t}_{HR}}{12}} \quad (B.1)$$

Trong đó

$F_{t,cor}$ là độ đào thải có hiệu chỉnh của chất xử, tính bằng phần trăm (dựa trên phép đo DOC hoặc COD) ở thời điểm t;

F_t là độ đào thải được xác định của chất xử, tính bằng phần trăm (dựa trên phép đo DOC hoặc COD đo) ở thời điểm t;

F_{int} là phần thể tích trao đổi của trạm bùn hoạt tính;

\bar{t}_{HR} là thời gian lưu nước trung bình, tính bằng giờ.

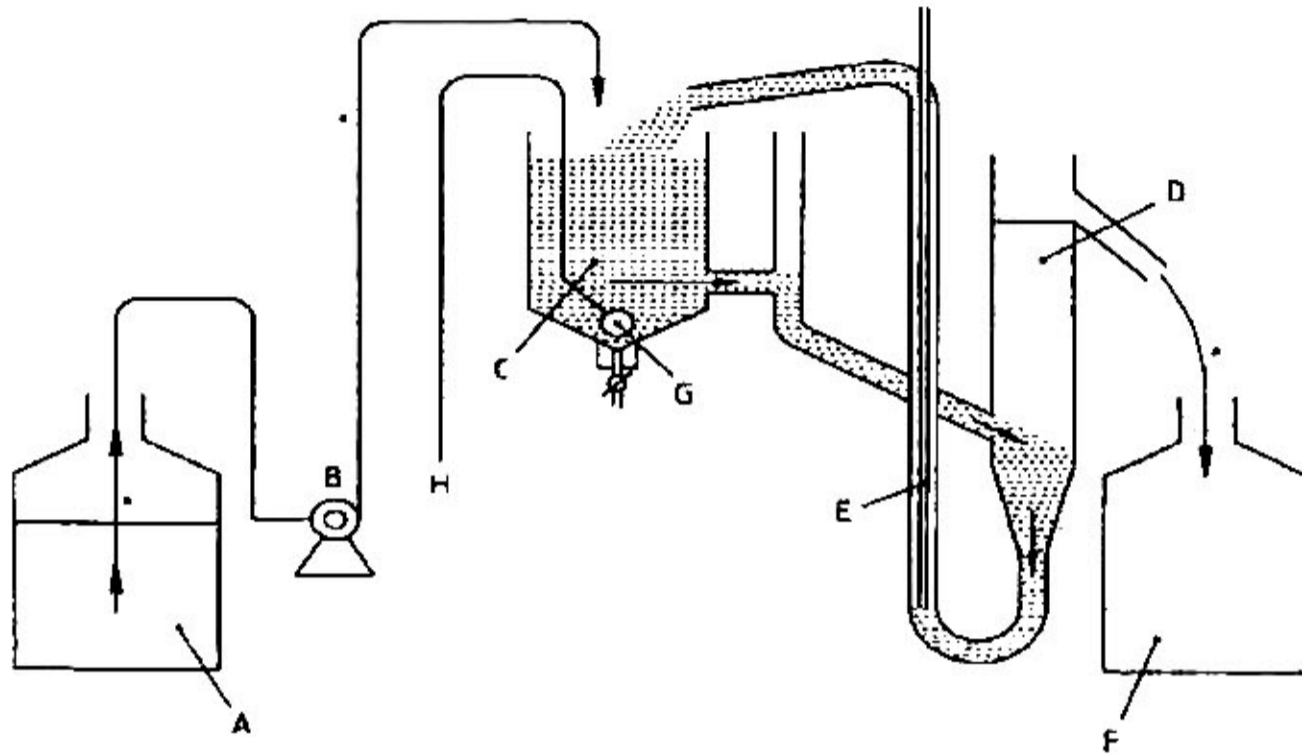
Ví dụ nếu nửa thể tích của bình sục khí được trao đổi ($F_{int} = 0,5$) và thời gian lưu nước trung bình \bar{t}_{HR} là 6 h, công thức (B.1) chuyển thành công thức (B.2).

$$F_{t,cor} = \frac{4}{3} F_t - \frac{100}{3} \quad (B.2)$$

Phụ lục C

(tham khảo)

Hệ thống thử nghiệm

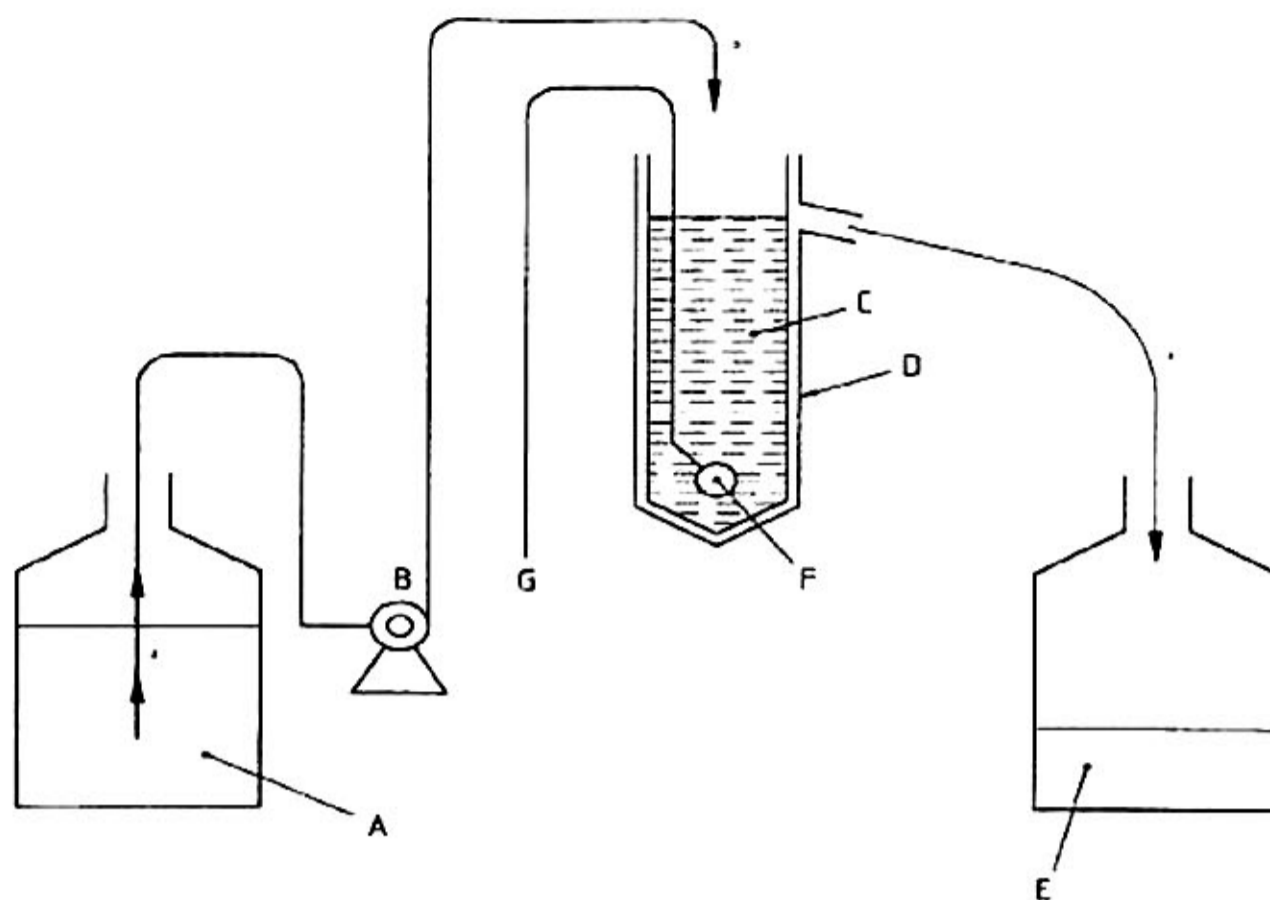


Chú giải

- A Bình chứa dòng vào
- B Bơm định lượng
- C Bình sục khí, dung tích 3 l;
- D Bộ phân tách, dung tích 1,5 l;
- E Ống thoát khí hoặc bơm để hồi lưu bùn;
- F Bình thu dòng ra;
- G Sục khí (đã xốp)
- H Đường dẫn không khí

* Mũi tên chỉ hướng đi của chất lỏng

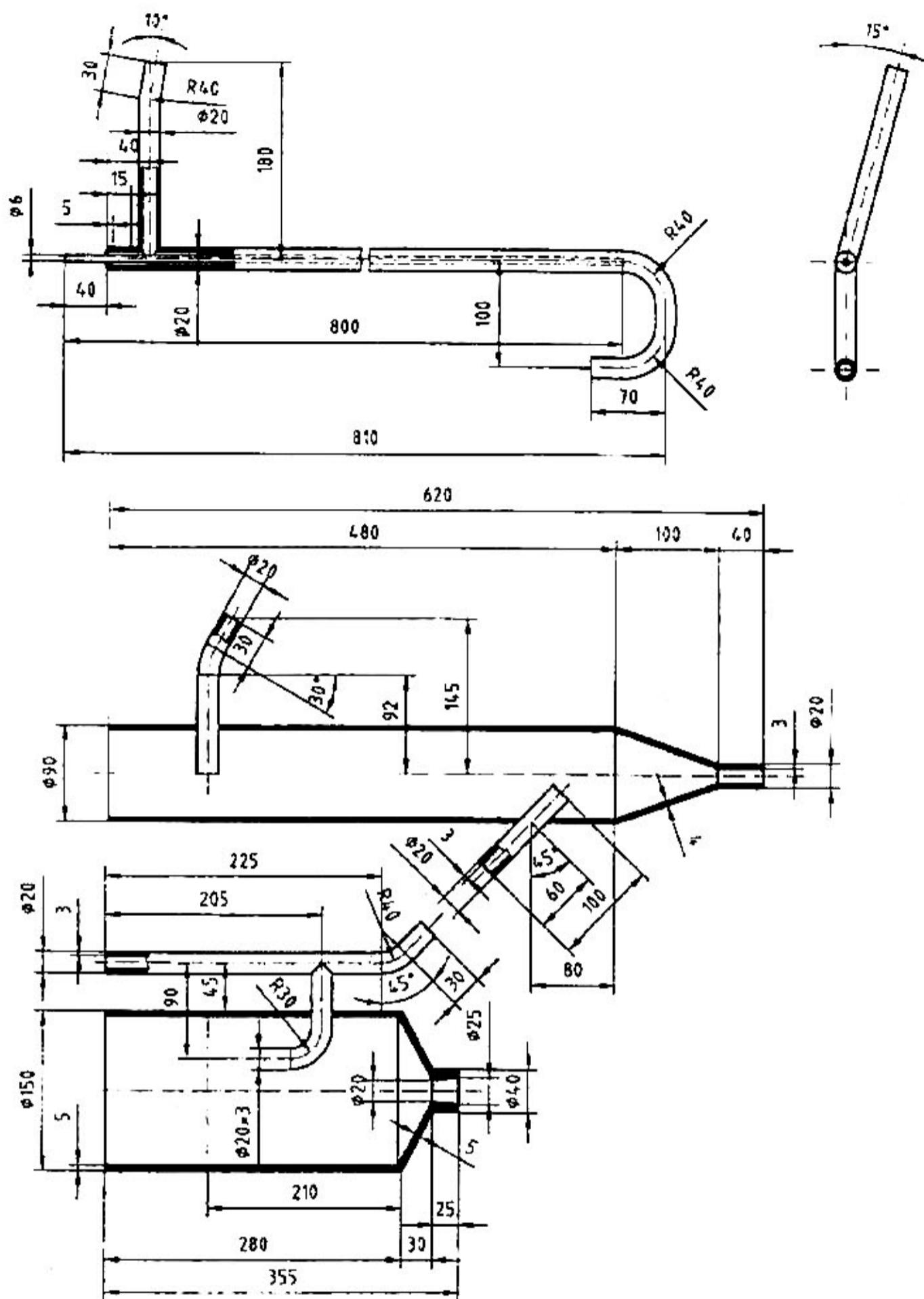
Hình C.1 – Trạm bùn hoạt tính



Chú giải

- A Bình chứa dòng vào
 - B Bơm định lượng
 - C Bình xối sục khí, dung tích 3 l;
 - D Bình bao ngoài không thấm nước;
 - E Bình thu dòng ra;
 - F Sục khí (đá xối);
 - G Đường dẫn không khí
- * Mũi tên chỉ hướng đi của chất lỏng

Hình C.2 – Hệ thống bình xối



Vật liệu: thủy tinh hoặc plastic trong suốt chịu nước như PVC cứng

Hình C.3 - Ví dụ về kích thước bình sục khí và bộ phận tách của trạm bùn hoạt tính trong phòng thí nghiệm

Phụ lục D

(tham khảo)

Ảnh hưởng của thời gian lưu bùn tới nồng độ dòng ra

D.1 Nguyên tắc

Phép thử mô phỏng bùn hoạt tính nhằm xác định sự phân huỷ của hoá chất ở trạm nước thải. Kết quả được biểu diễn bằng phần trăm loại bỏ hoặc mức phân huỷ sinh học. Đôi khi những số hiệu về động học rất có ích để tiên đoán hoặc tính nồng độ trong môi trường dùng trong đánh giá rủi ro.

Điều kiện vận hành trạm bùn hoạt tính trong thực tế và quy mô phòng thí nghiệm cho phép nồng độ chất thử trong dòng ra thay đổi rất rộng. Những yếu tố chính để xác định hiệu quả của trạm bùn hoạt tính là thời gian lưu bùn SRT và thời gian lưu nước HRT trong bình sục khí. Nồng độ chất thử trong dòng ra được xác định chủ yếu bởi SRT và phần nào bởi HRT. Sự thử nghiệm thường thực hiện ở một nồng độ bùn rắn hoặc một SRT và cách loại bùn có thể gây ra sự thay đổi lớn SRT trong khi thử.

HRT có thể bị ảnh hưởng như trong 8.3 của tiêu chuẩn này. Trong Phụ lục này đã trình bày một phương pháp kiểm soát STR trong giới hạn hẹp. Trong giới hạn này có thể xảy ra sự phân huỷ sinh học thực tế và nồng độ gần như hằng định của chất thử trong dòng ra. Điều này cần thiết cho việc thu được các số liệu động học.

Phép thử được tiến hành như trình bày trong tiêu chuẩn này. Nên dùng loại bình xốp, được thiết kế để loại bỏ liên tục chất lỏng và do đó kiểm soát được chính xác SRT. Một bơm thích hợp, tốt nhất là loại làm việc gián đoạn, dùng để loại bùn từ bình sục khí (tốc độ loại 0,5 ml/min). Điều quan trọng là kiểm soát SRT chỉ bằng việc loại bỏ bùn đều đặn bằng bơm. Cần giám sát tần suất loại bỏ bùn định kỳ, ví dụ ít nhất hai lần trong một ngày và điều chỉnh trong vòng $\pm 10\%$, nếu cần. Có thể dùng loại máy khác nhưng phải kiểm soát để đảm bảo điều chỉnh để đạt SRT. Thời gian lưu thường từ 2 ngày đến 10 ngày. Nên dùng nước thải sinh hoạt và bùn hoạt tính từ hệ thống công cộng khoảng 2,5 g/l.

CHÚ THÍCH 1 Bình xốp có thể thay bằng bình hai lớp bên trong có thêm một bình (hoặc ống) làm bằng polypropylen xốp, dày 3,2 mm, cỡ lỗ 90 μm và hàn nối. Ống này vừa với bình polyetylen bên ngoài không thấm. Ống này gồm 2 phần: đáy tròn có lỗ cho ống dẫn khí và ống dẫn bùn và phần trên xốp có dung tích 3 l. Một ống dẫn khí gắn với đá bọt và ống dẫn khí kia ở gần kề. Hệ thống tạo ra cuộn xoáy trộn đều các chất trong bình và đảm bảo nồng độ oxy lớn hơn 2 mg/l.

Nên thêm dung dịch chất thử liên tục và riêng rẽ. Kiểm soát tốc độ dòng vào và dòng ra hai lần một ngày và điều chỉnh $\pm 10\%$ tốc độ dòng. Để tính hằng số động học cần phân tích nồng độ chất thử bằng những thiết bị thích hợp. Nên thử với bốn hoặc năm giá trị SRT khác nhau ở một nhiệt độ. Có thể nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ở một hoặc nhiều giá trị SRT. Khoảng nhiệt độ thường là từ

5 °C đến 20 °C. Vận hành thiết bị ở mỗi loạt điều kiện cho đến khi đạt cân bằng, sau đó xác định chất thử ở dòng ra trong khoảng thời gian ba tuần. Nếu không có kỹ thuật phân tích thích hợp thì có thể đo cacbon hữu cơ hoà tan, DOC. Trường hợp này, thiết bị kiểm tra không thêm chất thử được vận hành song song và nồng độ hợp chất thử phải đủ cao. Nếu phân tích DOC hoặc nếu chất thử được cho là có thể tồn tại trong nước cống sử dụng, cần dùng thiết bị kiểm tra cho từng loạt điều kiện.

CHÚ THÍCH 2 Sự loại bỏ chất thử được tính theo 9.1 và thể hiện theo 9.2. Quan hệ giữa SRT và nồng độ trong dòng ra được thể hiện dưới dạng đồ thị. Từ đó hoặc từ những cách khác, tính toán hằng số động học. Một ví dụ dựa trên hình mẫu Monod về sự phát triển của vi khuẩn và sử dụng chất nền được trình bày dưới đây. Kết quả thử cho phép dự đoán những điều kiện trong đó chất thử cần xử lý để nồng độ ở dòng ra tương ứng.

D.2 Tính toán hằng số động học

Giả thiết rằng động học Monod được áp dụng và cân bằng khối lượng của chất rắn hoạt động và chất nền thông qua hệ thống bùn hoạt tính, có thể thu được thể hiện trạng thái tĩnh như sau:

$$\frac{1}{t_{SR}} = \frac{\mu_{max} \times c_1}{c_c + c_1} - K_d \quad (D.1)$$

$$c_1 = \frac{c_c (1 + K_d \times \bar{t}_{SR})}{\bar{t}_{SR} (\mu_{max} - K_d) - 1} \quad (D.2)$$

Trong đó

- c_1 là nồng độ của chất trong dòng ra, tính bằng milligam trên lít;
- c_c là nồng độ nửa bão hoà, tính bằng microgam trên lít ($\mu = \mu_{max}/2$);
- μ là tốc độ phát triển, tính trên ngày;
- μ_{max} là giá trị cực đại của μ , tính trên ngày;
- K_d là tốc độ phân huỷ riêng của chất rắn hoạt động, tính trên ngày;
- \bar{t}_{SR} là thời gian lưu bùn trung bình, SRT, tính bằng ngày.

Công thức này dẫn đến kết luận sau:

- a) Nồng độ ở dòng ra, c_1 , không phụ thuộc nồng độ ở dòng vào, c_0 , và phần trăm phân huỷ sinh học cũng không phụ thuộc dòng vào c_0 .
- b) Chỉ thời gian lưu bùn FSR ngày ảnh hưởng tới c_1 ;
- c) Đối với nồng độ ở dòng vào đã cho c_0 , thời gian lưu bùn tới hạn được mô tả bởi (D.3)

$$\frac{1}{t_{SR,c}} = \frac{\mu_{\max} \times c_0}{c_c + c_0} - K_d \quad (D.3)$$

Trong đó

$t_{SR,c}$ là thời gian lưu bùn tới hạn, tính bằng ngày khi mà vi sinh vật được loại khỏi trạm xử lý.

d) Vì các thông số khác trong (D.2) liên quan tới động học phát triển, chắc chắn là nhiệt độ có ảnh hưởng mức chất nền dòng ra, và tuổi bùn tới hạn, nghĩa là thời gian lưu bùn cần thiết để có được mức độ xử lý nào đó, tăng lên với sự giảm nhiệt độ.

Từ cân bằng khối lượng của chất rắn trong bình xộp và giả thiết rằng nồng độ chất rắn trong dòng ra c_c là thấp so với ở trong bình sục khí c_a , thời gian lưu bùn t_{SR} được tính theo công thức D.4 và D.5.

$$\bar{t}_{SR} = \frac{V \times c_a}{[(q_i - q_{w,sl})c_c] + [q_{w,sl} \times c_a]} \quad (D.4)$$

Và

$$\bar{t}_{SR} = \frac{V \times c_a}{q_{w,sl} \times c_a} = \frac{V}{q_{w,sl}} \quad (D.5)$$

Trong đó

- V là thể tích bùn hoạt tính trong bình sục khí, tính bằng lít;
- c_a là nồng độ chất rắn trong bình sục khí, tính bằng miligam trên lít;
- c_c là nồng độ chất rắn trong dòng ra, tính bằng miligam trên lít;
- q_i là tốc độ dòng ra, tính bằng lít trên ngày;
- $q_{w,sl}$ là tốc độ bùn thải, tính bằng lít trên ngày.

Như vậy có thể kiểm soát thời gian lưu bùn bằng kiểm soát tốc độ dòng thải bùn $q_{w,sl}$.

D.3 Kết luận

Mục đích của phép thử là tiên đoán nồng độ chất thử dòng ra, và từ đó là mức nồng độ chất thử ở nước nhận tương ứng.

Bằng cách vẽ đồ thị $c_1 - \bar{t}_{SR}$ có thể đánh giá thời gian lưu tới hạn \bar{t}_{SR} . Nếu không, $\bar{t}_{SR,c}$ có thể tính toán với giá trị gần đúng μ_{\max} và c_c và vẽ đồ thị $c_1 - c_1 \times \bar{t}_{SR}$

Biến đổi (D.1) được (D.6)

$$\frac{c_1 \bar{t}_{SR}}{1 + \bar{t}_{SR} K_d} = \frac{c_c}{\mu_{\max}} + \frac{c_1}{\mu_{\max}} \quad (D.6)$$

Nếu K_d nhỏ, $1 + (\bar{i}_{SR} \times K_d) \approx 1$ và công thức (D.6) chuyển thành (D.7)

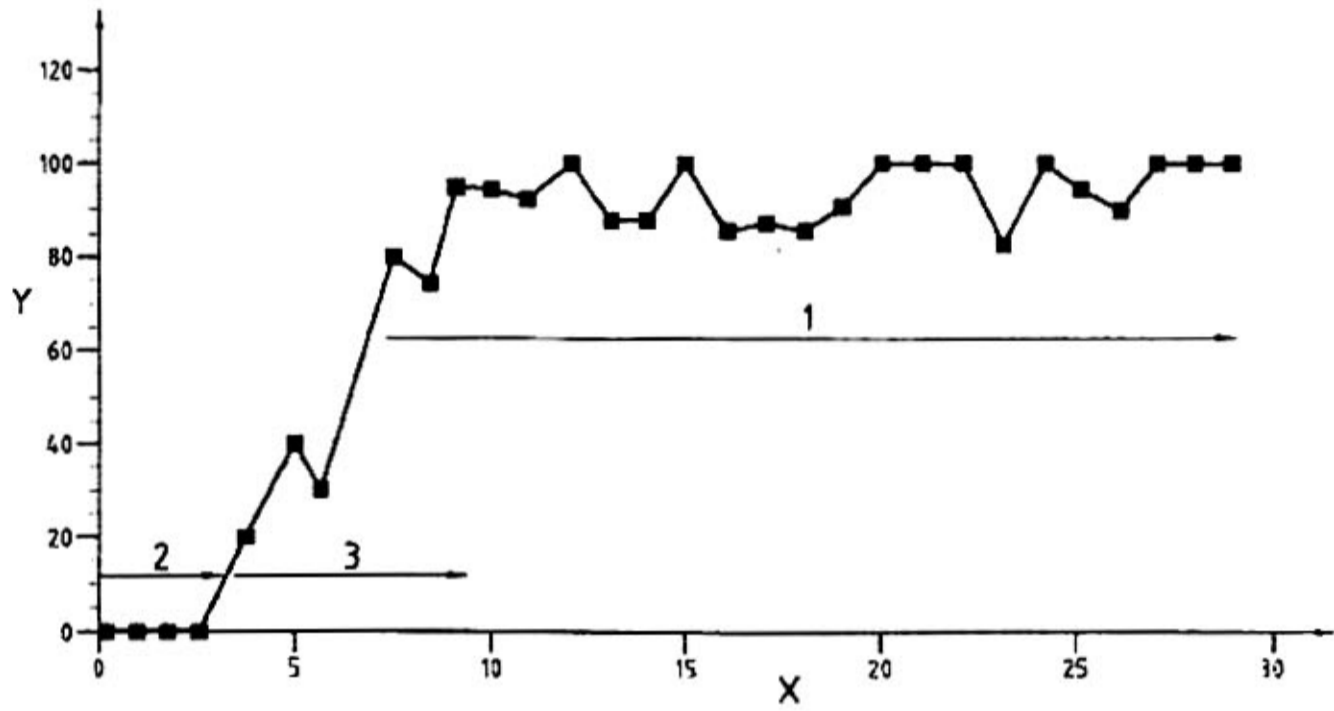
$$c_1 \bar{i}_{SR} = \frac{c_c}{\mu_{max}} + \frac{c_1}{\mu_{max}} \quad (D.7)$$

Như vậy, đồ thị $c_1 - c_1 \times \bar{i}_{SR}$ là đường thẳng với hệ số góc $1/\mu_{max}$, cắt trục tung tại c_c/μ_{max} và $\bar{i}_{SR, \infty} \approx 1/\mu_{max}$

Phụ lục E

(tham khảo)

Ví dụ về đồ thị sự phân huỷ/loại trừ



CHÚ GIẢI

- X thời gian, tính bằng ngày
- Y đào thải DOC, tính bằng phần trăm
- 1 pha bão hoà
- 2 pha trễ
- 3 pha tăng tốc

Hình E.1 – Sự loại trừ polyetylen glycol 400

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 5987 (ISO 5663), Chất lượng nước – Xác định nitơ ken-đan (KJELDAHL) – Phương pháp sau khi vô cơ hoá với Selen
- [2] TCVN 7325 (ISO 5814), Chất lượng nước – Xác định oxy hoà tan – Phương pháp đầu đo điện hoá.
- [3] TCVN 6491 (ISO 6060), Chất lượng nước – Xác định nhu cầu oxy hoá học.
- [4] TCVN 6226 (ISO 8192), Chất lượng nước – Thử sự ức chế khả năng tiêu thụ oxy của bùn hoạt hoá.
- [5] TCVN 6634 (ISO 8245), Chất lượng nước – Hướng dẫn xác định cacbon hữu cơ tổng số (TOC) và các bon hữu cơ hoà tan (DOC).
- [6] TCVN 6622-1 (ISO 7875-1), Chất lượng nước – Xác định chất hoạt động bề mặt – Phần 1: Xác định các chất hoạt động bề mặt anion bằng cách đo chỉ số metylen xanh (MBAS).
- [7] TCVN 6622-2 (ISO 7875-2), Chất lượng nước – Xác định chất hoạt động bề mặt – Phần 2: Xác định chất hoạt động bề mặt không ion sử dụng thuốc thử dragendorff.
- [8] TCVN 6827 (ISO 9408), Chất lượng nước – Đánh giá sự phân huỷ sinh học hiếu khí hoàn toàn các hợp chất hữu cơ trong môi trường nước bằng cách xác định nhu cầu oxy trong máy đo hô hấp kín.
- [9] TCVN 6489 (ISO 9439), Chất lượng nước – Đánh giá khả năng phân huỷ sinh học hiếu khí hoàn toàn của các chất hữu cơ trong môi trường nước – Phương pháp dựa trên sự phân tích cacbon dioxit được giải phóng.
- [10] ISO 9509, Water quality — Method for assessing the inhibition of nitrification of activated sludge micro organisms by chemicals and waste waters
- [11] TCVN 6494-2 (ISO 10304-2), Chất lượng nước – Xác định các anion hoà tan bằng sắc ký lỏng ion – Phần 2: Xác định bromua, clorua, nitrat, nitrit, orthophosphat và sunphat trong nước thải.
- [12] TCVN 6492 (ISO 10523), Chất lượng nước – Xác định pH.
- [13] ISO 11732, Water quality — Determination of ammonium nitrogen by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
- [14] TCVN 6625 (ISO 11923), Chất lượng nước – Xác định chất rắn lơ lửng bằng cách lọc qua cái lọc sợi thuỷ tinh.
- [15] ISO 14593, Water quality — Evaluation of ultimate aerobic biodegradability of organic compounds in aqueous medium — Method by analysis of inorganic carbon in sealed vessels (CO₂ headspace test)
- [16] ISO 15522, Water quality — Determination of the inhibitory effect of water constituents on the growth of activated sludge microorganisms
- [17] ISO 18749, Water quality — Adsorption of substances on activated sludge — Batch test using specific analytical methods

- [18] FISCHER, W.K., GERIKE, P. and HOLTSMANN, W. Biodegradability Determinations via Unspecific Analyses (Chemical Oxygen Demand, Dissolved Organic Carbon) in Coupled Units of the OECD Confirmatory Test I. The Test. *Water Research*, 9 (1975) pp. 1131-1135
- [19] NITSCHKE, L. Bestimmung von anionischen, nichtionischen und kationischen Tensiden mittels HPLC [Determination of anionic, nonionic and cationic surfactants by HPLC]. *Tenside Surf. Det.*, 30 (1993) pp. 413-416
- [20] GRONENBERG, C. and SCHËBERL, P. Die Erweiterung des modifizierten OECD-Confirmatory-Tests um eine vorgeschaltete Denitrifikationsstufe [Extending the modified OECD confirmatory tests by an upstream denitrification stage]. *Tenside Surf. Det.*, 31 (1994) pp. 314-324
- [21] BOEIJE, G., CORSTANJE, R., ROTTIERS, A. and SCHOWANEK, D. Adaptation of the CAS Test System and Synthetic Sewage for Biological Nutrient Removal. Part I: Development of a new synthetic sewage. *Chemosphere*, 38 (1999) pp. 699-709
- [22] ROTTIERS, A., BOEIJE, G., CORSTANJE, R., DECRAENE, K., FEIJTEL, T.C.J., MATTHIJS, E. and SCHOWANEK, D. Adaptation of the CAS Test System and Synthetic Sewage for Biological Nutrient Removal. Part II: Design and validation of test units. *Chemosphere*, 38, (1999) pp. 711-727
- [23] PAINTER, H.A. and BEALING, D.J. Experience and Data from the OECD activated sludge simulation tests in Laboratory Test for Simulation of Water Treatment Processes Editors: Jacobsen, B.N., Muntau, H. and Angeletti, G. *Water Pollution Research Report*, 18, Brussels 1989
- [24] BIRCH, R.R. The biodegradability of alcohol ethoxylates. *XIII Jornado Corn. Espanol Deterg.*, (1982) pp. 33-48
- [25] BIRCH, R.R. Biodegradation of nonionic surfactants. *J.A.O.C.S.*, 61(2) (1984) pp. 340-343
- [26] BIRCH, R.R. Prediction of the fate of detergent chemicals during sewage treatment. *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, 50 (1991) pp. 411-422
- [27] GRADY, C.P.L., SMETS, B.F. and BARBEAU, D.S. Variability in kinetic parameter estimates: A review of possible causes and a proposed terminology. *Wat. Res.*, 30(3) (1996) pp. 742-748
- [28] Biodegradation kinetics: Generation and use of data for regulatory decision making (1997). Workshop at Port Sunlight, UK. Eds. Hales, S.G., Feitjel, T., King, H., Fox, K. and Verstraete, W. 4-6 September 1996. SETAC - Europe, Brussels.
- [29] OECD Guidelines for the Testing of Chemicals — Proposal for Updating Guideline 303 — Simulation Test — Aerobic Sewage Treatment, Paris 1999
-