NGUYỄN XUÂN NGUYÊN
PHẠM HỒNG HẢI

LÝ THUYẾT VÀ MÔ HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

NGUYỄN XUÂN NGUYÊN, PHẠM HỒNG HẢI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
F3 10
00314

LÝ THUYẾT VÀ MÔ HÌNH HOÁ QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

THƯ VIỆN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG C.N HÀ NỘI
04 - 10
00588

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Hà Nội - 2003

LỜI NÓI ĐẦU

Trước yêu cầu của công tác bảo vệ môi trường những năm gần đây đã xuất bản một số cuốn sách về công nghệ xử lý nước thải. Những cuốn sách đó trang bị cho bạn đọc kiến thức cơ bản về quá trình và thiết bị công nghệ xử lý nước thải, phục vụ đắc lực cho cộng tác giảng dạy, nghiên cứu và sản xuất.

Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học là một quá trình công nghệ phức tạp bởi vì đó là quá trình phát triển của vi sinh vật xảy ra trong thiết bị bị ràng buộc bởi các hiện tượng hoá lý liên quan đến chuyển chất và năng lượng. Tính phức tạp còn tăng thêm do các quá trình ở mức độ vi mô (các hiện tượng trong tế bào, trong quần thể vi sinh vật) xảy ra đồng thời với các quá trình ở mức độ vĩ mô (các quá trình trao đổi chất và truyền nhiệt phụ thuộc vào điều kiện thuỷ động cụ thể trong thiết bị).

Phương pháp hiện đại để khảo sát các quá trình công nghệ phức tạp là mô hình hoá toán học với việc sử dụng máy tính. Nhờ mô hình toán có thể tiến hành tối ưu hoá quá trình đang hoạt động, điều khiển tự động quá trình sản xuất, thiết kế tối ưu thiết bị và dây chuyền mới với hiệu quả kinh tế hiển nhiên đã được ghi nhận.

Trên cơ sở hệ thống hoá các kết quả nghiên cứu mới nhất của nước ngoài về vấn đề này kết hợp với một số kinh nghiệm vận dụng trong thực tiễn xử lý nước thải những năm vừa qua, chúng tôi biên soạn cuốn sách này nhằm cung cấp cho bạn đọc những kiến thức cần thiết về lý thuyết và mô hình hoá quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học.

Cuốn sách này có thể làm tài liệu tham khảo cho cán bộ làm công tác nghiên cứu tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, nghiên cứu sinh, học viên cao học và sinh viên các ngành quá trình thiết bị công nghệ hoá học và công nghệ môi trường.

Quá trình biên soạn chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong được sự đóng góp ý kiến của bạn đọc. Thư từ xin gửi về:

1. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

2. Liên hiệp Khoa học-sản xuất Công nghệ hoá học (UCE), 18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội.

3. Trung tâm Tư vấn chuyển giao Công nghệ nước sạch và Môi trường (CTC), 1001 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội.

Các tác giả

LỜI GIỚI THIỆU

Trung tâm Tư vấn chuyển giao Công nghệ nước sạch và Môi trường (CTC) thuộc Ban chỉ đạo Quốc gia về Cung cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường là một tổ chức khoa học, công nghệ có chức năng đào tạo nâng cao trình độ cho cán bộ khoa học và công nghệ, cán bộ quản lý và công nhân kỹ thuật theo các Chương trình của Ban chỉ đạo Quốc gia về Cung cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường, trong lĩnh vực phòng chống ô nhiễm công nghiệp.

Xin trân trọng giới thiệu cuốn sách "***Lý thuyết và mô hình hóa quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học***" của tác giả Nguyễn Xuân Nguyên, Phạm Hồng Hải, gồm có năm chương:

Chương I: Trình bày lý thuyết quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí.

Chương II: Trình bày mô hình hóa quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí.

Chương III: Mô hình hóa quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học kỵ khí.

Chương IV: Xác định các thông số của mô hình động học xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học.

Chương V: Sử dụng mạng nơron trong phân tích và dự báo quá trình xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính.

Cuốn sách này là một trong những tài liệu nằm trong chương trình đào tạo nói trên được Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật xuất bản, là tài liệu tham khảo hết sức hấp dẫn và bổ ích cho các cán bộ khoa học, cán bộ giảng dạy và sinh viên chuyên ngành hóa sinh, đặc biệt cho các cán bộ khoa học thuộc lĩnh vực xử lý nước thải và vệ sinh môi trường.

Xin giới thiệu cùng bạn đọc.

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

MỤC LỤC

Lời nói đầu 3

Chương I. **Lý thuyết quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí** 9

1.1. Xác định các chất hữu cơ trong nước thải 9

1.1.1. Xác định nhu cầu oxy hoá học COD 9

1.1.2. Xác định nhu cầu oxy sinh hoá BOD 15

1.1.3. Xác định nhiễm bẩn hữu cơ ở dạng C_{hc} 21

1.1.4. Mối liên hệ giữa ThOD, COD, BOD và C_{hc} 22

1.2. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí với việc sử dụng bùn hoạt tính 26

1.2.1. Sự tăng trưởng và sinh sản của vi sinh vật 26

1.2.1.1. Các hệ một pha. Đường cong tăng trưởng 27

1.2.1.2. Các hệ liên tục không có tuần hoàn sinh khối 33

1.2.1.3. Sử dụng phương trình Monod với giống dị thể. Sự chọn lọc tự nhiên của vi sinh vật 35

1.2.2. Động học khử các chất hữu cơ trong nước thải 39

1.2.3. Quá trình làm sạch hiếu khí và bùn hoạt tính 48

1.2.3.1. Bùn hoạt tính có khả năng tạo bông 50

1.2.3.2. Bùn hoạt tính không có khả năng bông tụ (sự tăng trưởng phân tán) 52

1.2.3.3. Sự trương phồng của bùn hoạt tính 53

1.2.4. Các thông số công nghệ cơ bản của quá trình làm sạch hiếu khí 57

1.2.5. Các phương pháp cơ bản nuôi cấy bùn hoạt tính 59

1.2.5.1. Hệ gián đoạn (chu kỳ) 59

1.2.5.2. Hệ bán liên tục 60

1.2.5.3. Hệ liên tục đẩy lý tưởng 62

1.2.5.4. Hệ liên tục trộn lý tưởng 65

1.2.6. Sự sản sinh sinh khối và bùn hoạt tính 66

1.2.6.1. Tính nồng độ và lượng sinh khối trong aeroten 67

1.2.6.2. Tính nồng độ và lượng bùn hoạt tính 73
1.2.7. Sự tiêu thụ oxy và không khí 77
1.2.7.1. Các phản ứng trong aeroten liên quan đến sử dụng oxy 77
1.2.7.2. Tính nhu cầu oxy 79
1.2.7.3. Quá trình chuyển oxy vào nước 80
1.2.7.4. Công suất oxy hoá 81
1.2.7.5. Tính công suất oxy hoá cần thiết và cường độ sục khí 83

Chương II. **Mô hình hoá quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí** 86

2.1. Mô hình hoá aeroten 89
2.1.1. Mô hình toán khuấy trộn dọc trong kênh hạn chế với một vài vùng trộn 90
2.1.2. Thí nghiệm nghiên cứu thuỷ động học trong aeroten 95
2.1.3. Mô hình thuỷ động của aeroten 101
2.1.3.1. Mô hình đẩy lý tưởng 105
2.1.3.2. Mô hình khuếch tán một tham số 106
2.1.3.3. Mô hình của aeroten với cấp phân tán nước thải 108
2.1.3.4. Mô hình của aeroten với thông khí cơ học 111
2.1.4. Động học quá trình sử dụng cơ chất bởi vi sinh vật 114
2.2. Mô hình toán của quá trình xử lý nước thải bằng biofin 122
2.3. Mô hình toán của thiết bị phản ứng sinh hoá lên men hiếu khí 124
2.4. Mô hình toán đầy đủ của thiết bị phản ứng sinh hoá 132
2.5. Xác định nồng độ vi sinh vật cố định trên chất mang 140
2.6. Thiết bị phản ứng sinh hóa airlift với đệm trôi nổi và vi sinh vật cố định trên đệm 144
2.6.1. Kết quả thực nghiệm và xử lý kết quả 147
2.6.2. Kết quả mô hình hóa 147
2.7. Mô hình toán của quá trình lắng 152
2.8. Mô hình toán của quá trình làm sạch nước thải bằng phương pháp sinh học 160
2.9. Mô hình toán của quá trình tạo bông 164
2.10. Tổ chức dòng trong aeroten làm sạch nước thải bằng phương pháp sinh học 173

2.10.1. Cấp tập trung nước thải và bùn hoạt tính 173
2.10.2. Cấp phân tán đều nước thải và cấp tập trung bùn hoạt tính 175
2.10.3. Cấp phân tán không đều nước thải và cấp tập trung bùn hoạt tính 177

Chương III. **Mô hình hoá quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học kỵ khí** 182

3.1. Mở đầu 182
3.2. Xây dựng mô hình 182
3.2.1. Các phản ứng sinh học 184
3.2.2. Phép tỉ lượng 186
3.2.3. Mô hình động học 187
3.2.4. Các hệ thức khác 191
3.2.5. Cân bằng vật liệu 192
3.2.6. Mô hình toán của thiết bị UASB 196
3.2.6.1. Mô hình cấu trúc dòng 197
3.2.6.2. Phương trình cân bằng cơ chất 198
3.2.6.3. Các dòng tuyến ngắn chảy qua 200
3.2.6.4. Mô hình vận tải bùn 200
3.2.6.5. Phương trình cân bằng theo vi sinh vật 201
3.2.6.6. Cân bằng CO_2 202
3.2.6.7. Tốc độ sản sinh CH_4 205
3.2.6.8. Tóm tắt mô hình toán của thiết bị UASB 206
3.3. Kiểm nghiệm mô hình 210

Chương IV. **Xác định các thông số của mô hình động học xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học** 213

4.1. Phương pháp tuyến tính hóa 214
4.2. Phương pháp lấy tích phân 217

Chương V. **Sử dụng mạng nơron trong phân tích và dự báo quá trình xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính** 221

5.1. Mở đầu 221
5.2. Cân bằng sinh khối và cơ chất trong trạng thái ổn định của quá trình 223

5.3. Đồ thị hoạt động và mô hình của bể lắng 226
5.3.1. Đồ thị mô tả hoạt động của bể lắng 226
5.3.2. Xây dựng mô hình của bể lắng 228
5.4. Mô hình toán và điều khiển quá trình bằng các thông số công nghệ 234
5.5. Hoạt động của quá trình với tải trọng dưới tới hạn 237
5.6. Sử dụng mạng nơron để khảo sát quá trình xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính 240
5.6.1. Mạng nơron và dự báo tốc độ tăng trưởng của vi sinh vật 240
5.6.2. Sử dụng mạng nơron dự báo chế độ công nghệ và tác động điều khiển quá trình 245
5.6.2.1. Bài toán thứ nhất 245
5.6.2.2. Bài toán thứ hai 250
Phụ lục 254
Tài liệu tham khảo 285