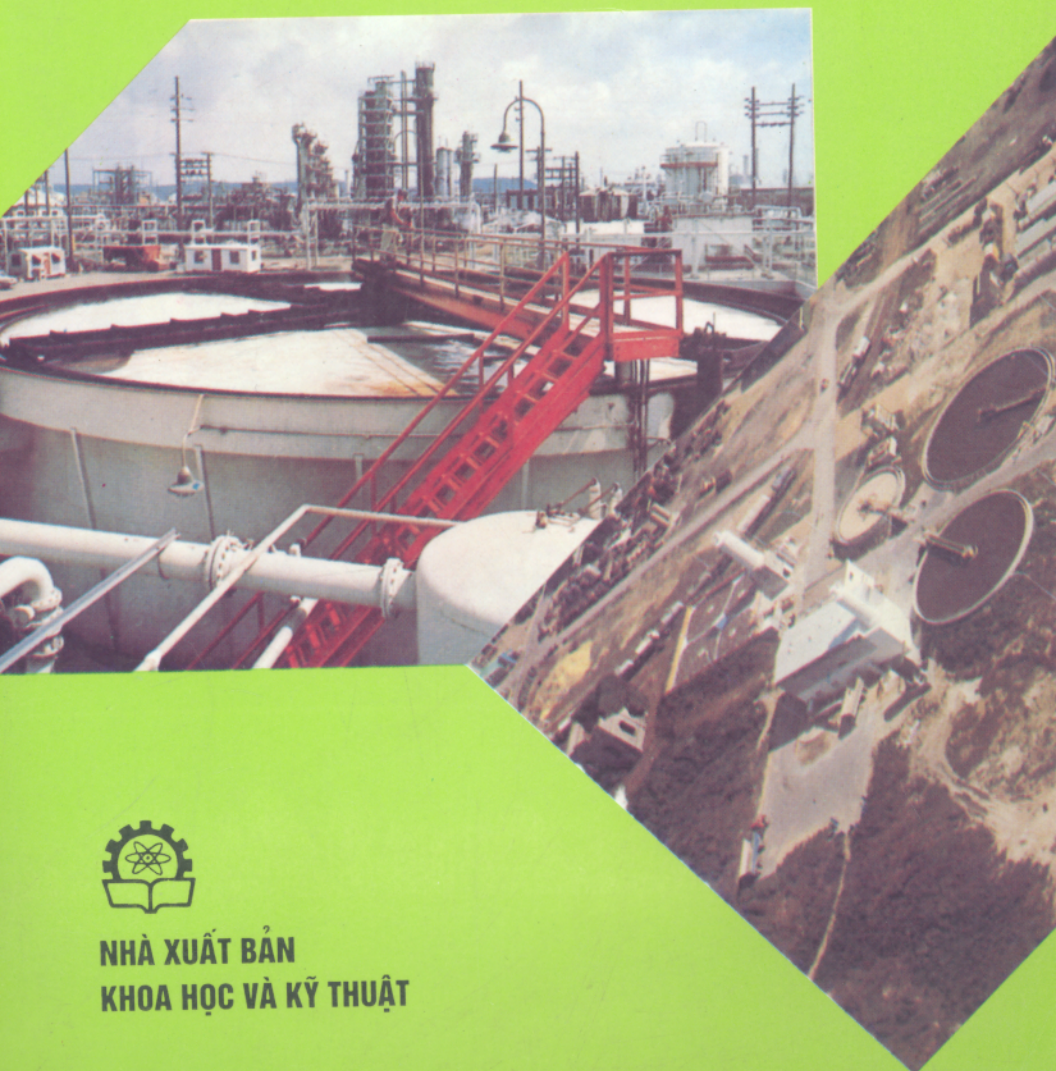




KỸ THUẬT
MÔI TRƯỜNG

TRẦN HIẾU NHỰ

THOÁT NƯỚC VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

GS, TS TRẦN HIẾU NHUỆ

THOÁT NƯỚC VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP


Nguyễn Chi Lan



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2001

LỜI NÓI ĐẦU

Để dần dần cải thiện điều kiện vệ sinh môi trường cho các khu công nghiệp và đô thị, người ta phải áp dụng các biện pháp tổ chức và kỹ thuật hạn chế hoặc giảm các loại chất thải dạng lỏng, rắn và khí của từng xí nghiệp công nghiệp. Một trong những biện pháp tích cực của việc bảo vệ môi trường, chống ô nhiễm nguồn nước là tổ chức thoát nước và xử lý nước thải trước khi xả ra nguồn.

Ở nước ta hiện nay có tới trên 3000 xí nghiệp công nghiệp và rất nhiều cơ sở sản xuất tiểu thủ công nghiệp. Trong tương lai đến năm 2000 con số này sẽ tăng hơn nhiều. Các xí nghiệp công nghiệp và cơ sở tiểu thủ công nghiệp này sẽ tạo ra một khối lượng lớn các loại nước thải, trong đó có nhiều loại nước thải độc hại. Nếu không giải quyết tốt việc thoát nước và xử lý nước thải của các xí nghiệp công nghiệp, sẽ gây ô nhiễm đối với các nguồn nước và dẫn tới những hậu quả xấu gây tổn thất cho mọi ngành kinh tế quốc dân.

Với mong muốn thỏa mãn một phần nhỏ yêu cầu thiết kế, xây dựng, cải tạo các xí nghiệp công nghiệp, chúng tôi biên soạn cuốn sách "Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp". Trong cuốn sách nêu lên các vấn đề cơ bản về tổ chức thoát nước, các phương pháp, sơ đồ công nghệ, tính toán các thiết bị và công trình xử lý nước thải của các xí nghiệp công nghiệp.

Ở lần xuất bản vào năm 1992, cuốn sách được in thành hai tập với 11 chương.

Ở lần xuất bản này, cuốn sách được in thành một tập với nội dung như lần trước, nhưng có sửa đổi, bổ sung thêm ở từng chương. Ngoài ra có thêm chương 12 nhằm giúp bạn đọc tham khảo và có thể dùng vào việc nghiên cứu đánh giá mức độ ô nhiễm, thiết kế các công trình xử lý nước thải đối với từng lĩnh vực công nghiệp cụ thể. Cuốn sách được sử dụng làm tài liệu giảng dạy, học tập, nghiên cứu, thiết kế ở các trường đại học, các viện nghiên cứu, thiết kế, các cơ quan quản lý về các công trình thoát nước, xử lý nước thải - bảo vệ môi trường - nguồn nước.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật đã giúp đỡ để cuốn sách được hoàn thành.

Do khả năng và trình độ có hạn, chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc và đồng nghiệp.

Tác giả

Chương 1

HỆ THỐNG VÀ SƠ ĐỒ THOÁT NƯỚC CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

1.1. HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

Hệ thống thoát nước các xí nghiệp có nhiệm vụ: thu dẫn nước thải-bẩn (nước đã dùng rồi) ra khỏi phạm vi nhà máy xí nghiệp và xử lý tới mức đảm bảo tiêu chuẩn qui định trước khi xả ra sông hồ, để bảo vệ nguồn nước khỏi bị nhiễm bẩn. Có thể dùng lại nước thải nếu thỏa mãn yêu cầu công nghệ và thấy hợp lý về kinh tế và kỹ thuật. Khi đó không phải dẫn nước thải ra khỏi phạm vi xí nghiệp.

Hệ thống thoát nước trong các xí nghiệp công nghiệp khác hệ thống thoát nước ở thành phố. Ở thành phố chỉ cần một hoặc hai mạng lưới là mạng lưới thoát nước bẩn và mạng lưới thoát nước mưa. Trong khi đó ở xí nghiệp công nghiệp số mạng lưới có thể lớn hơn hai, tùy thuộc vào nguồn tạo ra nước thải, thành phần tính chất các loại nước thải, biện pháp xử lý và biện pháp sử dụng nước sau xử lý.

Trong các trường hợp đặc biệt, có thể dùng hệ thống thoát nước chung, riêng hoặc riêng không hoàn chỉnh.

Trong các xí nghiệp công nghiệp, nước tiêu thụ cho các mục tiêu sản xuất, sinh hoạt và chữa cháy, nước thải ra bao giờ cũng ít hơn nước cấp vào.

Nước tiêu thụ và thải ra trong các dây chuyền sản xuất có thể là:

- Nước với chức năng là chất vận chuyển nhiệt để làm nguội sản phẩm hoặc bảo vệ chi tiết máy khỏi bị phá hủy. Ở đây nước không tiếp xúc với sản phẩm, máy móc mà chỉ tiếp xúc với hệ trao đổi nhiệt nên chỉ nóng lên mà không bị nhiễm bẩn;
- Nước với chức năng vừa là môi trường thu hút, vừa để vận chuyển các tạp chất cơ học hoặc các chất tan (khí rửa, làm sạch hoặc làm giàu các nguyên liệu sản phẩm). Trong quá trình sử dụng, nước bị nhiễm bẩn bởi các tạp chất cơ học và chất tan, không bị nóng lên;
- Nước với chức năng là dung môi để pha chế hóa chất, dung dịch thuốc nhuộm,... hoặc nằm trong thành phần của sản phẩm;
- Nước sử dụng vừa là môi trường thu hút, vận chuyển các tạp chất cơ học,

chất tan, vừa để vận chuyển nhiệt (khi làm sạch khí lò cao chẳng hạn). Khi đó nước vừa bị nóng lên, vừa bị nhiễm bẩn.

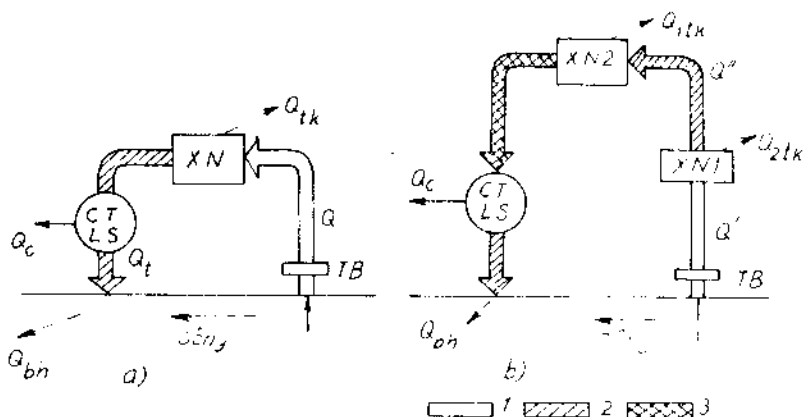
Chất lượng nước yêu cầu để phục vụ cho sản xuất công nghiệp cũng khá đa dạng tùy thuộc từng loại hình công nghiệp. Các xí nghiệp cỡ nhỏ và trung bình có thể dùng ngay nguồn nước cung cấp từ mạng lưới cấp nước đô thị hay các giếng khoan sâu. Những xí nghiệp công nghiệp quy mô lớn thường phải dùng hệ thống cấp nước độc lập với giá thành rẻ hơn hoặc tin cậy, an toàn hơn.

Như trên đã nói, khi nhu cầu nước ngày càng tăng lên thì phải dùng hệ thống cấp nước tuần hoàn, tái sử dụng nước. Tính đa dạng về chức năng và nhu cầu về nước, nhất là về chất lượng nước, nhiều khi đòi hỏi phải xử lý đặc biệt để đảm bảo thỏa mãn công nghệ sản xuất và chất lượng sản phẩm.

Bảng 1.1 tóm tắt nhu cầu dùng nước và một số đối tượng sử dụng nước trong các xí nghiệp công nghiệp.

Bảng 1.1. Nhu cầu và một số đối tượng sử dụng nước trong các xí nghiệp công nghiệp

Nhu cầu	Đối tượng sử dụng
Hơi	Nồi hơi, tạo ẩm - điều hòa không khí
Trao đổi nhiệt	Ngưng tụ hơi, làm nguội chất lỏng, chất rắn, suối, sấy nóng, dung dịch để cất gọt kim loại
Tháp hấp thụ làm sạch khí	Công nghiệp luyện cán thép, đốt rác sinh hoạt, khử khí SO ₂ trong khói, khí thải
Rửa chất rắn	Than, quặng, sản phẩm nông nghiệp
Vận chuyển chất rắn	Bột giấy, than, bột, công nghiệp thực phẩm, chất màu, điện giải
Rửa - làm sạch bề mặt	Xử lý bề mặt, hàn dẫn, vi điện tử, công nghiệp nhuộm, công nghiệp thực phẩm
Vận chuyển ion	Thùng - bể xử lý bề mặt
Dập tắt - làm nguội	Than cốc, xi, phân cỡ hạt gang
Duy trì áp suất	Thu hồi dầu lần hai
Động năng Sản xuất	Khử gỉ thép, tạo hạt (xi, lớp bọc) Bia và nước uống cacbonat hóa



Hình 1.1. Sơ đồ cấp nước:

a- hệ thống cấp nước thẳng; b- hệ thống dùng lại nối tiếp; 1- nước sạch không bị nóng lên; 2- nước bị nóng lên; 3- nước vừa bị nóng lên vừa bị nhiễm bẩn; XN: xí nghiệp; TB- trạm bơm; CTLS- công trình làm sạch; Q , Q' , Q'' - lượng nước cấp vào các xí nghiệp; Q_c - lượng nước đi theo cặn; Q_{tk} - lượng nước tổn thất không trở lại trong sản xuất; Q_{bh} - lượng nước tổn thất do bay hơi; Q_t - nước thải ra nguồn

Có những sơ đồ sử dụng nước sau đây:

- **Hệ thống cấp nước thẳng**, tức là dùng nước một lần (h.1.1a), loại này chỉ dùng trước đây, nay ít dùng vì giá thành xây dựng và quản lý đắt. Trường hợp này, lượng nước thải ra nguồn Q_t sẽ là:

$$Q_t = Q - (Q_{tk} + Q_c), \quad (1.1)$$

trong đó Q - lượng nước cấp vào cho xí nghiệp; Q_{tk} - tổn thất nước không trở lại trong quá trình sản xuất; Q_c - lượng nước đi theo cặn trong quá trình xử lý.

- **Hệ thống dùng lại nước nhiều lần nối tiếp** (h.1.1b). Ở đây nước cấp vào được dùng nối tiếp trong các xí nghiệp (hoặc phân xưởng) 1, 2, 3..., rồi sau đó mới xử lý và xả ra nguồn. Tất nhiên nước thải ra sau xí nghiệp 1 vẫn đáp ứng yêu cầu về mặt chất lượng ở các xí nghiệp 2, 3...

Sơ đồ này sẽ kinh tế hơn sơ đồ 1.1a vì bảo đảm yêu cầu vệ sinh và bảo vệ nguồn nước khỏi bị nhiễm bẩn.

- **Hệ thống cấp nước tuần hoàn**. Trong trường hợp này có ba loại sơ đồ:

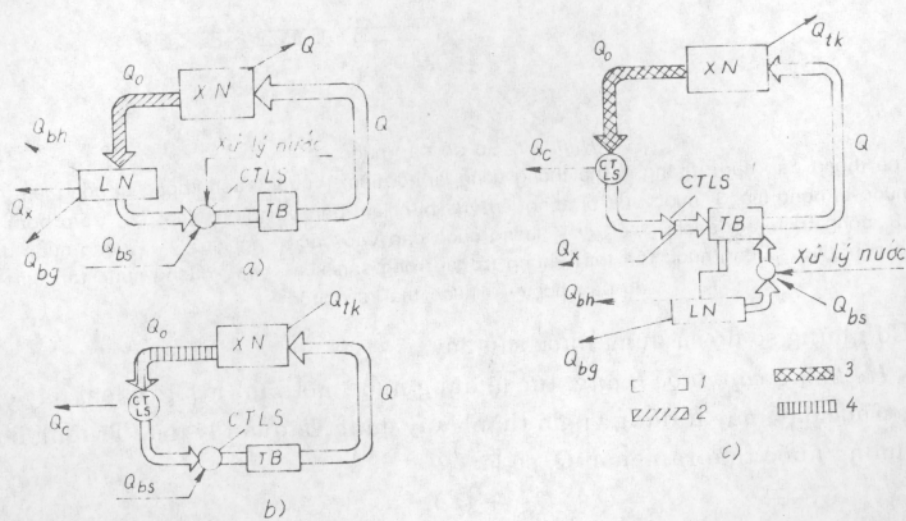
. Khi dùng nước với chức năng mang nhiệt, trong quá trình sản xuất chỉ nóng lên và không bị nhiễm bẩn thì trước khi dùng lại trong hệ thống cấp nước tuần hoàn chỉ cần qua các công trình làm nguội (h.1.2a);

. Nước trong quá trình sản xuất bị nhiễm bẩn bởi các tạp chất cơ học hoặc

các chất tan, trước khi dùng lại trong hệ thống cấp nước tuần hoàn phải được xử lý tách các chất bẩn. Các công trình xử lý có thể là hồ lắng, bể lọc cát, bể trung hòa,... tùy thuộc vào thành phần và tính chất các chất bẩn đó (h. 1.2b);

. Nếu nước sử dụng trong quá trình sản xuất vừa bị nóng lên, vừa bị nhiễm bẩn bởi các tạp chất khác nhau, trước khi dùng lại trong hệ thống cấp nước tuần hoàn phải được làm nguội và tách các tạp chất bẩn (h.1.2c).

Thực tế, thường gặp các sơ đồ sử dụng nước khá phức tạp, chẳng hạn, có khi để bổ sung nước cho một vòng tuần hoàn này có thể lấy nước từ vòng tuần hoàn khác; nước đã dùng rồi của phân xưởng này có thể dùng lại cho phân xưởng khác hoặc cho đối tượng khác trong cùng một phân xưởng...



Hình 1.2. Sơ đồ cấp nước tuần hoàn:

a- làm nguội; b- làm sạch; c- làm sạch và làm nguội; 1,2,3- như hình 1.1; 4- nước bị nhiễm bẩn; LN- làm nguội nước; Q_c - lượng nước đi theo cặn; Q_t - lượng nước thải ra nguồn; Q_{bh} - lượng nước tổn thất do bay hơi; Q_x - lượng nước xả đi; Q_{bg} - lượng nước bay đi theo gió; Q_{bs} - lượng nước bổ sung; Q_0 - lượng nước đã dùng rồi; còn lại như hình 1.1

Có thể sử dụng sơ đồ nước hỗn hợp. Ở một số phân xưởng là sơ đồ cấp nước tuần hoàn, ở phân xưởng khác là sơ đồ cấp nước thẳng hoặc dùng nhiều vòng tuần hoàn riêng biệt,...

Nói chung hiện nay sơ đồ sử dụng nước trong hệ thống cấp nước tuần hoàn được phổ biến rộng rãi nhất vì nó kinh tế nhất và hoàn toàn không làm nguồn nước bị nhiễm bẩn. Tuy nhiên cần phải lưu ý rằng nồng độ muối hòa tan trong hệ thống ống dẫn và công trình xử lý sẽ tăng dần theo thời gian, sẽ đóng cặn rắn lên thành ống dẫn.

1.1.1. Các loại hệ thống tuần hoàn

a) Tuần hoàn và không làm chất lượng nước bị xấu đi

Tuần hoàn nghĩa là quay vòng tái sử dụng một cách vô định cùng một loại nước cho cùng một mục tiêu và không bị nhiễm bẩn. Nước bổ sung thêm vào thay thế cho các loại tổn thất ở dạng rò rỉ và đi cùng với nguyên liệu hay sản phẩm hoặc hơi nước trong trường hợp chưng bay hơi.

Thông thường chất lượng nước không thay đổi khi không đưa vào những ion ngoại lai, khí tan hoặc khuếch tán chất hữu cơ hoặc vô cơ dạng tan trong suốt quá trình. Chỉ có những muối ban đầu cô đọng và tích lũy lại trong suốt quá trình bay hơi và tuần hoàn.

Lưu lượng nước tuần hoàn có thể khá lớn, nồng độ các loại muối có thể tăng dần do nước bay hơi. Điều đó đòi hỏi phải sơ bộ khử các loại muối ít tan trong nước bổ sung và phải xả nước khỏi hệ thống.

Xác định tỷ số (C) giữa nồng độ muối trong hệ tuần hoàn và nồng độ muối trong nước bổ sung là dựa vào tỷ số giữa lượng nước bổ sung Q_{bs} và lượng nước xả đi Q_x :

$$C = \frac{Q_{bs}}{Q_x} \quad (1.2)$$

Với Q_{bh} - biểu thị lượng nước bay hơi, với giá trị gần đúng tỷ lệ C giữa nồng độ muối trong hệ tuần hoàn M và nồng độ muối trong nước bổ sung m được thể hiện như sau:

$$C = \frac{M}{m} = \frac{Q_{bs}}{Q_x} = \frac{Q_{bh} + Q_x}{Q_x} \quad (1.3)$$

Tỷ số tuần hoàn $R = Q/Q_{bs}$ là tỷ số giữa lưu lượng nước Q trong hệ tuần hoàn và lưu lượng nước bổ sung Q_{bs} .

Trong hệ thống làm nguội - tuần hoàn hở (h.1.3d), tỷ lệ nồng độ C nằm trong khoảng 1-6 hoặc thậm chí tới 10.

Trong thực tế, tỷ lệ này có thể đo được bằng cách so sánh nồng độ muối clorua trong hệ tuần hoàn và trong nước bổ sung, vì trong nước bổ sung lượng muối clorua đưa vào rất không đáng kể. Trong nồi hơi của nhà máy nhiệt điện, C có thể cao hơn nhiều, tới 100.

b) Tuần hoàn và chất lượng nước bị xấu đi

Điều này có nghĩa là tái sử dụng nước và trong quá trình vận hành có nhiễm bẩn bởi các tạp chất ngoại lai lẫn vào. Việc các chất ngoại lai lẫn vào có thể là:

* Ở công đoạn với quá trình làm nguội:

- tháp hấp thụ làm sạch khí có chứa HCl (đốt rác sinh hoạt từ các hộ gia đình);

- tháp hấp thụ làm sạch khí có chứa SO_2 (khí thải khi đun nồi hơi);

- tháp hấp thụ khí có chứa HF, HCN (khí thải từ lò nung có buồng khí nóng);

- tẩy gỉ cần thép hoặc phun trong nhà máy cán thép bằng dầu mỡ;

- tháp phun sản xuất phân đạm - nitơ bằng dung dịch nitơ amon;

- vận chuyển xỉ và dập tắt than cốc bằng dung dịch các hợp chất sunfua.

* Ở công đoạn không có quá trình làm nguội:

- ngâm trong quá trình mạ điện bằng các chất phụ gia dạng muối tan;

- tháp hấp thụ khí trong công nghiệp sản xuất phân photphat;

- vận chuyển nguyên liệu thô lẫn thêm chất lơ lửng và các loại muối (các nhà máy rửa, tuyển quặng kim loại).

1.1.2. Các loại hệ thống làm nguội và tuần hoàn nước

Theo cấu tạo và cơ cấu công nghệ có hai loại điển hình về hệ thống làm nguội và tuần hoàn nước:

- Làm nguội và tuần hoàn kín như hệ thống nồi hơi và tuần hoàn nước ngưng (h. 1.3a);

- Làm nguội và tuần hoàn hở như tháp hấp thụ làm sạch và làm nguội khí (h. 1.3 b, c).

Theo đối tượng cần làm nguội hay làm mát có các hệ thống làm nguội hay làm mát áp dụng cho các đối tượng sau:

- Ngưng tụ và trao đổi nhiệt;

- Làm mát xăng dầu, không khí hoặc chất lỏng;

- Làm mát động cơ, máy nén;

- Làm mát lò nung có luồng khí nóng, lò luyện thép, nhà máy cán thép, nhà máy sản xuất các bánh xe lăn, bộ nắn dòng,...

Sự hoạt động của các hệ thống này tùy thuộc:

- loại kết cấu vòm hoặc ống hoặc bản mỏng;

- kiểu tuần hoàn nước (trong, ngoài, lưu tốc, v.v.);

- loại kim loại tiếp xúc với nước (thép thường, thép không gỉ, đồng, hợp kim, nhôm, ...);

- vật liệu sử dụng để làm thiết bị phụ trợ của hệ thống (bê tông, gỗ, ...) để tiếp xúc với nước cũng cần được xem xét.

Theo điều kiện áp dụng có thể phân chia thành ba loại hệ thống làm nguội:

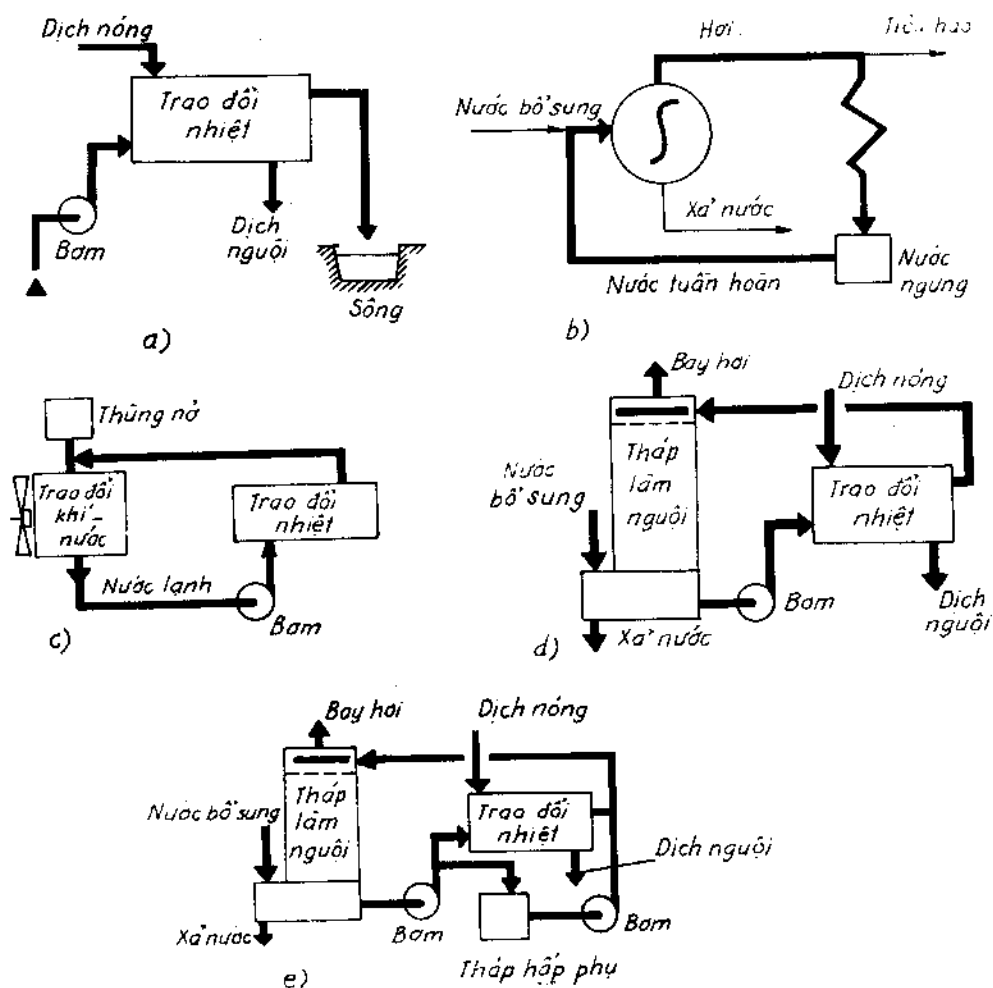
- Nước nóng được xả thẳng ra sông hoặc hệ thống thoát nước (h. 1.3.a);

- Làm nguội bằng cách tiếp xúc với dòng chất lỏng thứ cấp (không khí

hoặc nước) và quay trở về đối tượng cần làm nguội mà không tiếp xúc với khí quyển. Trường hợp này gọi là hệ thống tuần hoàn kín (h. 1.3.b, c);

- Làm nguội bằng cách bay hơi một phần trong tháp làm nguội và sau đó trở về đối tượng cần làm nguội. Trường hợp này gọi là hệ thống tuần hoàn hở (1.3d). Ở các hệ thống tuần hoàn hở hỗn hợp khác, nước cũng có thể tiếp xúc trực tiếp với các chất bẩn trong các quá trình khác nhau như cháp hấp thụ làm sạch khí. Trường hợp này khá phức tạp (h 1.3 e).

Trong hệ tuần hoàn kín, không xảy ra bay hơi nên cần ít nước bổ sung



Hình 1.3. Các loại hệ thống làm nguội:

- a - hệ thống sử dụng một lần; b - hệ thống tuần hoàn nước nồi hơi; c - hệ thống tuần hoàn kín; d - hệ thống tuần hoàn hở; e - hệ thống tuần hoàn hở kết hợp

hơn. Tuy nhiên do xảy ra những tình huống khác nhau như độ dẫn - trao đổi nhiệt khác nhau liên quan tới quá trình nên phải có những biện pháp bảo vệ, chống ăn mòn. Với những lý do trên nên hệ thống tuần hoàn hồ thường được dùng phổ biến hơn.

1.1.3. Nước nổi hơi

a) *Tuần hoàn nước nổi hơi*: Với mọi loại nước nổi hơi, sơ đồ tuần hoàn nước được thể hiện như ở hình 1.3b.

Nước vào nổi hơi bao gồm:

- nước ngưng, thu hồi theo các tỷ lệ khác nhau sau khi tiêu thụ hơi, gọi là *nước tuần hoàn*;

- nước mới bổ sung theo các mức độ lưu lượng khác nhau, sau khi đã xử lý, làm trong và gọi là *nước bổ sung*.

Hơi từ nổi hơi thường ở dạng các giọt chất lỏng và khí (đặc biệt là khí cacbon dioxit). Ở nhiệt độ cao, hơi còn lẫn muối bay hơi do "tác nhân mang hơi" đích thực kéo theo như silic và ở áp suất cao có cả clorua.

Nước còn lại dạng lỏng ở đáy nổi hơi có chứa tất cả các chất ngoại lai đã lẫn vào nước trước khi nước chuyển thành hơi (trừ các chất đã đi theo hơi). Những chất bản dạng cặn ở đáy nổi cùng với ít nước phải được xả khỏi nổi hơi vào mạng lưới thoát nước.

Giả sử rằng nổi hơi vận hành với lưu lượng liên tục, để đơn giản hóa, cho rằng độ muối do hơi mang đi không đáng kể và được bỏ qua, hàm lượng muối khoáng sẽ được cân bằng ổn định. Khi trọng lượng muối xả vào hệ thống thoát nước bằng trọng lượng muối đưa vào cùng với nước bổ sung (vì nước ngưng được coi là tinh khiết), ta sẽ được trạng thái cân bằng:

$$Q_{hs}.m = Q_x.M, \quad (1.4)$$

trong đó Q_{hs} - lưu lượng nước bổ sung với nồng độ muối m ; Q_x - lưu lượng nước xả đi; M - nồng độ muối trong nổi hơi:

$$M = m \cdot \frac{Q_{hs}}{Q_x} \quad (1.5)$$

Nếu toàn bộ hơi tiêu hao hết và được biểu thị bằng tấn hơi (T) thì:

$$Q_{hs} = T + Q_x, \quad (1.6)$$

và tỷ số nồng độ sẽ là:

$$\frac{M}{m} = \frac{T + Q_x}{Q_x} \quad (1.7)$$

Trong thực tế do hạn chế bởi chi phí vận hành quản lý và chi phí đầu tư ban đầu nên rất hạn chế tỷ lệ xả nước đi. Tỷ lệ này càng nhỏ càng tốt.

b) Tiêu chuẩn cho phép về chất lượng nước dùng cho nồi hơi được qui định như thế trong các qui phạm về nồi hơi.

Để đánh giá hiệu suất sử dụng nước, người ta dùng hệ số sử dụng nước k :

$$k = \frac{Q - Q_1}{Q}; \quad (1.8)$$

trong đó Q - lượng nước cấp vào lấy từ nguồn; Q_1 - lượng nước thải ra nguồn.

Hệ số k có thể dao động trong khoảng lớn từ 0,2 - 0,3 đến 0,7 - 0,8.

Khi thiết kế các xí nghiệp công nghiệp phải lưu ý đến việc bảo vệ nguồn nước. Phương hướng chính để giải quyết vấn đề bảo vệ nguồn nước là tìm các biện pháp công nghệ sản xuất hợp lý để giảm lượng nước thải và nồng độ chất ô nhiễm trong nước đồng thời nghiên cứu các phương pháp xử lý nước thải có hiệu suất cao để sử dụng các chất quý trong nước.

Để giảm lượng nước thải có thể dùng các qui trình công nghệ "khô" tức là dùng và thải nước ra ít nhất, dùng lại nước nhiều lần hoặc dùng lại nước trong hệ thống cấp nước tuần hoàn. Ở đây có thể hoặc không cần xử lý sơ bộ rồi dùng lại cho chính xí nghiệp đó hoặc xí nghiệp bên cạnh, tùy thuộc yêu cầu chất lượng nước của các xí nghiệp sau. Nếu yêu cầu chất lượng nước về công nghệ ở các xí nghiệp sau thấp hơn thì không cần xử lý sơ bộ mà dùng ngay.

Đi đôi với biện pháp giảm lưu lượng người ta còn nghiên cứu giảm tổn thất nguyên liệu và sản phẩm để sao cho lượng chất bẩn trong nước ít nhất. Do đó phải nghiên cứu biện pháp hoàn chỉnh dây chuyền sản xuất, thu hồi các chất quý trong xí nghiệp.

Thông thường khi giảm lượng nước thải thì nồng độ chất bẩn sẽ tăng lên, khi đó sẽ giảm được dung tích công trình xử lý, tức là giảm giá thành xây dựng và quản lý. Đồng thời khi nồng độ tăng lên, sẽ dễ dàng thu hồi chất quý và nói chung hiệu suất xử lý sẽ tăng lên. Tuy nhiên, khi đó nồng độ chất bẩn còn lại vẫn cao, hoặc nếu dùng phương pháp sinh hóa để xử lý, nồng độ chất bẩn quá cao sẽ ngăn cản quá trình và nhiều khi đòi hỏi phải xử lý sơ bộ để giảm nồng độ chất bẩn trong nước thải.

Nói tóm lại, khi thiết kế các xí nghiệp công nghiệp, vấn đề cấp thoát nước phải được giải quyết trong một tổ hợp thống nhất, đồng thời phải lưu ý đến các công trình kỹ thuật khác trong phạm vi xí nghiệp. Mặt khác có thể kết hợp giải quyết thoát nước cho toàn bộ cụm dân cư và xí nghiệp công nghiệp, thì hiệu quả kinh tế sẽ cao hơn.

1.2. XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG, THÀNH PHẦN, TÍNH CHẤT NƯỚC THẢI CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

Trong các xí nghiệp công nghiệp thường tạo thành ba loại nước thải:

- Nước thải sản xuất là nước đã dùng rồi trong quá trình sản xuất, kể cả nước thu được khi khai mỏ (chẳng hạn nước ở các mỏ than; khi khai khoáng; khai thác dầu mỏ,...);

- Nước thải sinh hoạt tạo ra từ các khu vệ sinh của nhà hành chính, nhà sản xuất, rửa nền nhà, từ các nhà tắm của các phân xưởng, hoặc ở vị trí độc lập riêng biệt;

- Nước mưa do mưa hoặc tuyết tan.

Ở đây chủ yếu ta xét nước thải sản xuất. Đặc điểm nổi bật của nó là rất đa dạng về thành phần và khối lượng (khối lượng đơn vị là lượng nước thải tính theo một đơn vị nguyên liệu hoặc sản phẩm).

Khối lượng và chế độ thải nước, thành phần và tính chất nước thải tùy thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu là:

- nguyên liệu và các hóa chất sử dụng trong sản xuất;
- dây chuyền công nghệ sản xuất;
- chất lượng nước tiêu thụ cho các nhu cầu sản xuất;
- điều kiện địa phương.

Khi thiết kế thoát nước cho các xí nghiệp phải xem xét phân tích đầy đủ các chỉ tiêu hóa lý của nước thải sản xuất từng phân xưởng, toàn nhà máy, xí nghiệp, phải chỉ rõ và làm sáng tỏ về khối lượng, thành phần tính chất các chất bẩn. Đặc biệt phải lưu ý đến các chất bẩn điển hình (như phenol, hợp chất sunfua, dầu mỡ,...) và các chất độc (tetraetyl chì, đồng xianua,...). Như vậy mới đề ra và chọn sơ đồ thoát nước, công nghệ xử lý và biện pháp sử dụng tất cả các loại nước thải sản xuất một cách hợp lý.

Người ta phân biệt hai nhóm nước thải sản xuất. Đó là nước không bẩn (qui ước là sạch) và nước bẩn. Nước thải sản xuất không bẩn chủ yếu tạo ra khi làm nguội và trong các quá trình ngưng tụ hơi nước, trạm lạnh.

Nước thải sản xuất bẩn có thể chứa các loại tạp chất khác nhau. Có loại chứa chất bẩn chủ yếu là vô cơ, có loại chứa chất bẩn chủ yếu là hữu cơ. Đa số các loại nước thải sản xuất đều chứa hỗn hợp các chất bẩn. Một số loại chất thải có thể chứa các chất độc hại như nước thải các phân xưởng mạ, một số khác có thể nguy hiểm về mặt vệ sinh, bệnh dịch như nước thải các xí nghiệp giết mổ, nhà máy da, nhà máy chế biến thuốc phòng dịch,... chứa nhiều loại vi khuẩn gây bệnh (vi khuẩn loét, đậu mùa,...).

Theo nồng độ các chất bẩn có thể chia ra nước thải đậm đặc và ít đậm đặc (loãng). Phản ứng hoạt tính độ pH của nước là một chỉ tiêu quan trọng trong việc đánh giá nước thải sản xuất, nó đóng vai trò quyết định khi chọn vật liệu xây dựng các công trình thoát nước.

Theo độ ăn mòn người ta phân ra các loại nước thải sau:

- ít ăn mòn: có tính axit $\text{pH} = 6-6,5$ và có tính kiềm yếu $\text{pH} = 8-9$;
- ăn mòn mạnh: có tính axit mạnh $\text{pH} < 6$ và kiềm mạnh $\text{pH} > 9$.

Ngoài ra khi đánh giá về độ ăn mòn của nước thải người ta còn xét đến các yếu tố nhiệt độ, tốc độ nước.

Nước thải sản xuất chứa nhiều chất bẩn khác nhau về cả số lượng lẫn chất lượng, do đó không thể có tiêu chuẩn về các chỉ tiêu, thành phần hóa lý cho một loại nước thải nào được. Để xác định thành phần tính chất nước thải sản xuất, đối với xí nghiệp đã xây dựng và đang hoạt động, người ta phải căn cứ vào kết quả phân tích trực tiếp các chỉ tiêu hóa lý. Đối với các nhà máy, xí nghiệp thiết kế mới có thể xác định theo các số liệu tính toán công nghệ về số lượng, bản chất các chất bẩn thải vào hệ thống thoát nước hoặc có thể theo các số liệu phân tích nước thải các nhà máy tương tự đang hoạt động.

Để nghiên cứu xác định khối lượng, thành phần, tính chất nước thải, đầu tiên sơ bộ làm quen với dây chuyền công nghệ các quá trình sản xuất của xí nghiệp, biết được tình hình sử dụng và thải nước của từng công đoạn sản xuất, tính chất, thành phần nước thải tạo ra. Sau đó tiến hành nghiên cứu về nước thải của từng phân xưởng, dây chuyền, máy móc, rồi nước thải của toàn bộ xí nghiệp.

Chỉ có như vậy mới cho phép tìm cách giải quyết đúng đắn vấn đề hợp nhất hay tách riêng các loại nước thải và chọn biện pháp xử lý thích hợp, tức là chọn sơ đồ hệ thống thoát nước và dây chuyền công nghệ xử lý nước một cách hợp lý. Chẳng hạn nước thải từ các phân xưởng dát mỏng kim loại phải được xử lý đặc biệt để thu hồi dầu mỡ; nước thải từ phân xưởng hóa chất phải được khử phenol trước khi qua các công trình xử lý chung cho nước thải toàn nhà máy. Đối với nước thải sản xuất chứa các chất độc hại nguy hiểm như chất phóng xạ, xianua,... thì phải tách riêng và xử lý độc lập.

Khi nghiên cứu về nước thải sản xuất, ngoài các chỉ tiêu hóa lý, nhiều khi phải xác định động học lắng (hoặc nổi) của các tạp chất cơ học, khả năng keo tụ, độ thấm lọc, tính dẫn điện, độ phóng xạ, sức căng bề mặt, ... của nước thải.

Lượng nước thải sản xuất được xác định theo công suất của xí nghiệp, theo tiêu chuẩn thải nước trên một đơn vị nguyên liệu hoặc sản phẩm; đối với các nhà máy nhiệt điện, theo đơn vị công suất điện. Nếu không có các số liệu đó thì phải xác định theo số liệu tính toán công nghệ cho trước trong nhiệm vụ thiết kế thoát nước.

Tiêu chuẩn thải nước hay lưu lượng đơn vị của nước thải dao động trong một khoảng khá lớn, tùy thuộc vào từng công nghệ sản xuất của các xí nghiệp

công nghiệp, sơ đồ sử dụng nước và thoát nước, vị trí tương quan giữa các nhà máy hoặc vùng dân cư (xem bảng 1.2 và chương 12).

Nhiều nhà máy, xí nghiệp công nghiệp tạo ra nhiều loại nước thải khác nhau với số lượng rất lớn và nồng độ chất bẩn rất cao. Đó là các nhà máy luyện kim đen; luyện kim màu, nhà máy hóa cốc, nhà máy hóa chất, nhà máy giấy xenluloza, nhà máy dệt, nhuộm, in hoa,...

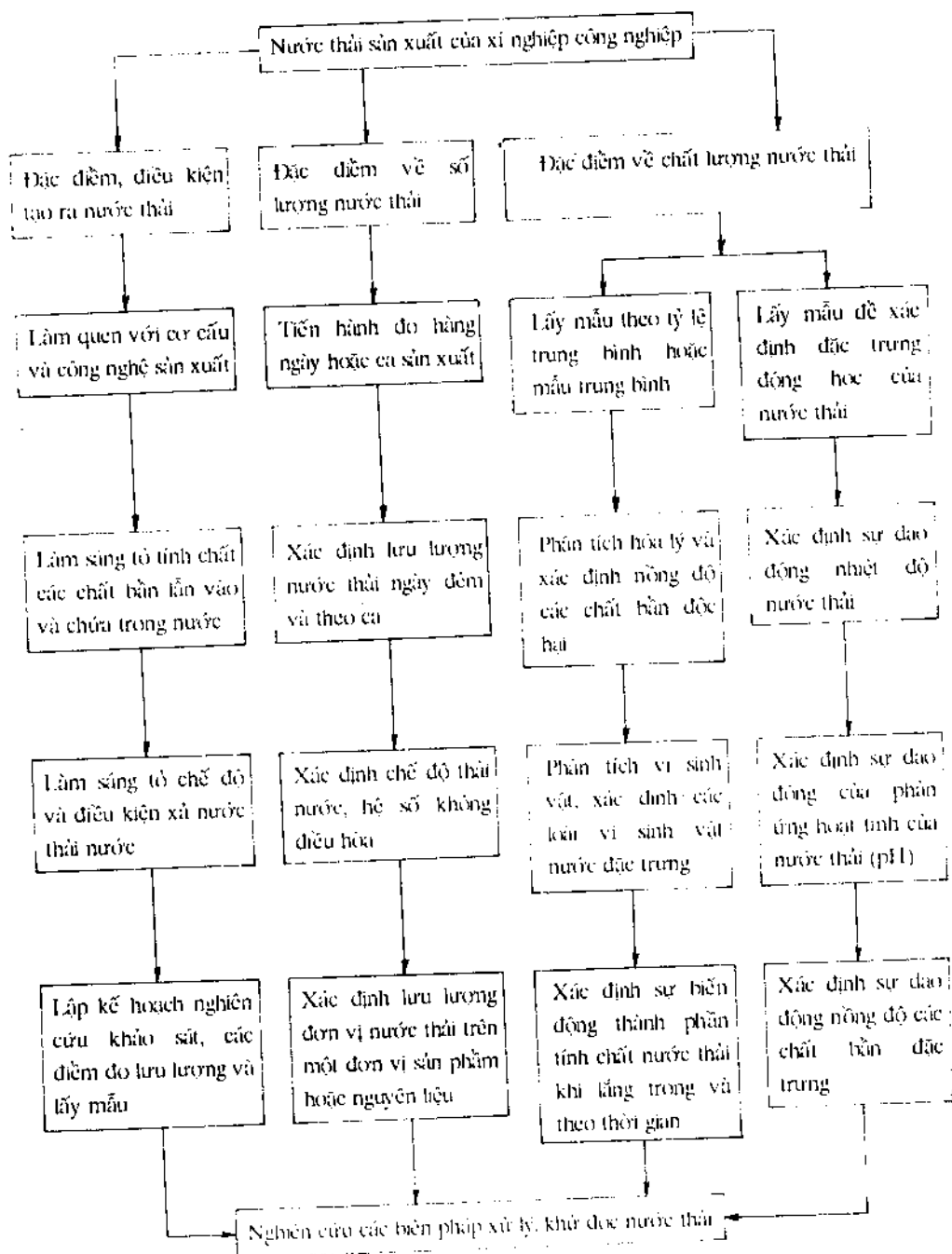
Một trong các nhiệm vụ cơ bản khi thiết kế thoát nước các xí nghiệp công nghiệp là phải xác định lưu lượng tính toán (ngày đêm, giờ trung bình, giây), thành phần tính chất và chế độ thải nước. Như trên đã nói, tất cả các số liệu này có thể xác định chính xác được khi đã làm quen với quá trình sản xuất công nghệ của từng phân xưởng và của toàn nhà máy xí nghiệp. Hình 1.4 giới thiệu phương pháp luận - qui trình nghiên cứu về thoát nước và xử lý nước thải các xí nghiệp công nghiệp.

Thực tế người ta phải lập bảng cân bằng trong xí nghiệp công nghiệp và

Bảng 1.2. Số lượng, đặc tính nước thải một số xí nghiệp công nghiệp

Loại xí nghiệp công nghiệp, các công đoạn sản xuất	Đơn vị đo	Lượng nước thải, m ³	pH	Nồng độ bẩn theo các chỉ tiêu chính, mg/l		
				chất lơ lửng	NOS ⁽¹⁾	chất đặc biệt
Nhà máy luyện kim đen						
- làm sạch khí lò cao	m ³ khí	4,0-6,0	7,0-8	500-4300(1500)	42-58	
- đúc gang	1 tấn gang	1-2,0	7-8	600-3500(3500)	200	
- dát mỏng kim loại	1 tấn thép	1-4	6,5-7,5	100-1500(1500)	10	300 (mỡ)
- phân loại xỉ	1 tấn xỉ	15-3	8,2-8,5	400-700(700)	< 10	
Nhà máy hóa cốc						
- rửa than	1 tấn than cốc	0,5-2,5	-	25000	< 10	
- đập tắt than	-	0,5-1,5	7,2-7,6	6500	< 10	10 (phenol)
Nhà máy luyện kim màu						
- làm giàu quặng	1 tấn	50-90				
- đồng	1 tấn	350				
- kền - nicken	1 tấn	800				
- nhôm	1 tấn	1500				
Nhà máy giấy xenluloza						
- chế biến giấy	1 tấn	100-300	7,2-7,8	500-1220	50-220(200)	
- xenlulo sunfit	1 tấn	75-650	-	260-500	46-3300(1200)	
- xenlulo sunfat	1 tấn	370	-	100-400	100-200	
- chế biến cactông	1 tấn	50-250	-	150-970	100-500(330)	
Nhà máy dệt nhuộm vải	1 tấn	400-600	6,5-10,5	120-480(250)	280-1250(600)	20-130 (chất hoạt tính bề mặt)

(Ghi chú: 1- NOS thay BOD, viết tắt từ tiếng Anh Biological Oxygen Demand) là nhu cầu oxy sinh hóa.
 - Trong ngoặc là giá trị trung bình.



Hình 1.4. Sơ đồ phương pháp luận nghiên cứu về nước thải công nghiệp (để làm sáng tỏ các đặc điểm vệ sinh và kỹ thuật vệ sinh của nước thải)

tìm biện pháp giảm tổn thất tới mức thấp nhất, sử dụng nước tới mức hiệu quả nhất.

Những tổn hao nước trong sơ đồ sử dụng nước bao gồm:

- tổn thất không trở lại trong quá trình sản xuất (Q_{ik}), tức là nước mất đi theo sản phẩm và chất thải, có thể xác định theo tính toán công nghệ, ngoài ra còn mất đi một lượng nước rửa đường, tưới cây;

- tổn thất do bay hơi khi làm nguội kể cả bay hơi tự nhiên theo mặt thoáng (Q_{bh});

- tổn thất ở dạng giọt bay theo gió vào không khí khi làm nguội (Q_{bg});

- tổn thất do rò rỉ ở đường ống và các công trình;

- lượng nước xả vào hệ thống thoát nước Q_x để tránh hiện tượng tăng lượng muối khoáng trong nước tuần hoàn.

Trong hệ thống cấp nước tuần hoàn, tổng lượng nước tổn thất phải được bù vào bằng lượng nước mới bổ sung Q_{bs} . Lượng nước này bằng 5-10% lượng nước tuần hoàn Q (h. 1.2). Như vậy lượng nước xả vào hệ thống thoát nước Q_x chỉ là một phần lượng nước bổ sung Q_{bs} lấy từ nguồn. Để tính toán các công trình thoát nước phải xác định Q_x này, nó tùy thuộc vào chất lượng nước bổ sung, chế độ thay nước trong vòng tuần hoàn. Chế độ thay nước có thể thực hiện liên tục hay gián đoạn theo chu kỳ hàng ngày hay vài ba ngày. Ngoài ra có khi yêu cầu hệ thống thoát nước phải tiếp nhận cả lượng nước xả cận các công trình (khi sửa chữa, rửa tháp làm nguội, hồ làm nguội có vòi phun, bể lắng, ...). Khi đó phải tính toán mạng lưới thoát nước sao cho an toàn và phải xả vào những giờ lưu lượng thải nước ở mạng lưới ít nhất.

Lưu lượng nước thải sản xuất xả vào các công trình thoát nước, như đã nói, được xác định theo các số liệu công nghệ hoặc theo năng suất của xí nghiệp và tiêu chuẩn thải nước đơn vị:

$$Q_{ngd} = M.m, \text{ m}^3/\text{ngđ} , \quad (1.9)$$

$$q_{max\ s} = \frac{m.M_1}{3,6t} k_h, \text{ l/s} , \quad (1.10)$$

trong đó Q_{ngd} - lưu lượng nước thải ngày đêm, $\text{m}^3/\text{ngđ}$; $q_{max\ s}$ - lưu lượng giây tối đa, l/s ; m - tiêu chuẩn thải nước theo một đơn vị sản phẩm hoặc nguyên liệu có tính tới tuần hoàn nước, m^3 ; M - số đơn vị sản phẩm hay nguyên liệu trong một ngày đêm; M_1 - số đơn vị sản phẩm hay nguyên liệu của ca có năng suất cao nhất; t - số giờ làm việc trong một ca; k_h - hệ số không điều hòa giờ. Nếu trong nhà máy xí nghiệp có một loạt dây chuyền sản xuất các mặt hàng sản phẩm khác nhau thì cần xác định lưu lượng theo từng loại dây chuyền. Khi đó lưu lượng nước thải tổng cộng của nhà máy sẽ là:

$$Q = m_1 M_1 + m_2 M_2 + m_3 M_3 + \dots + m_n M_n, \quad (1.11)$$

trong đó m_1, m_2, m_n - tiêu chuẩn thải nước cho một đơn vị sản phẩm hoặc nguyên liệu mỗi loại, chẳng hạn, $m^3/\text{tấn}$; $M_1, M_2, \dots, M_n$ - năng suất từng loại sản phẩm hay nguyên liệu, chẳng hạn, tấn .

Lưu lượng tính toán được xác định cho toàn bộ dây chuyền sản xuất trong một đơn vị thời gian với năng suất tối đa của nó.

Nói chung, người ta không chỉ xác định lưu lượng tổng cộng của nước thải toàn bộ xí nghiệp mà còn phân phối theo từng phân xưởng, từng miêng xả phân xưởng và từng ca kíp.

Ngoài ra người ta còn xác định lưu lượng từng loại nước thải sản xuất theo đặc tính chất bẩn (nước, axit, kiềm, trung tính, ...).

Chế độ thải nước trong các xí nghiệp công nghiệp

Khi thiết kế thoát nước, không những phải biết lưu lượng đặc trưng của nước thải mà còn phải biết chế độ thải nước theo thời gian. Chế độ thải nước được xác định theo biểu đồ dao động lưu lượng nước thải ra. Giá trị lưu lượng tính toán được chọn theo chế độ thải nước. Cuối cùng là kích thước tiết diện và giá thành xây dựng, lại tùy thuộc vào giá trị lưu lượng đã chọn. Ở các xí nghiệp công nghiệp nước thải sản xuất chảy vào mạng lưới không theo một qui luật xác định nào mà tùy thuộc vào chế độ công nghệ sản xuất. Chế độ thải nước có thể điều hòa hoặc không điều hòa trong ca kíp, ngày đêm. Nhiều khi xả nước từng đợt tập trung, nhất là các chậu, thùng, bể, ... dung dịch công nghệ xả cạn theo chu kỳ. Vì vậy trong từng trường hợp phải xác định chế độ thải nước từng xí nghiệp, phân xưởng, dây chuyền sản xuất.

Hệ số không điều hòa giờ (k_h) của nước thải các xí nghiệp công nghiệp rất khác nhau và thay đổi trong một khoảng lớn.

Theo số liệu của nhiều nước hệ số không điều hòa giờ (k_h) của các nhà máy như sau:

luyện kim	1,0-1,1;	giấy	1,3-1,8
hóa chất	1,3-1,5;	dệt nhuộm	1,0-1,15
thực phẩm	1,5-2,0;	da	1,5-2,0

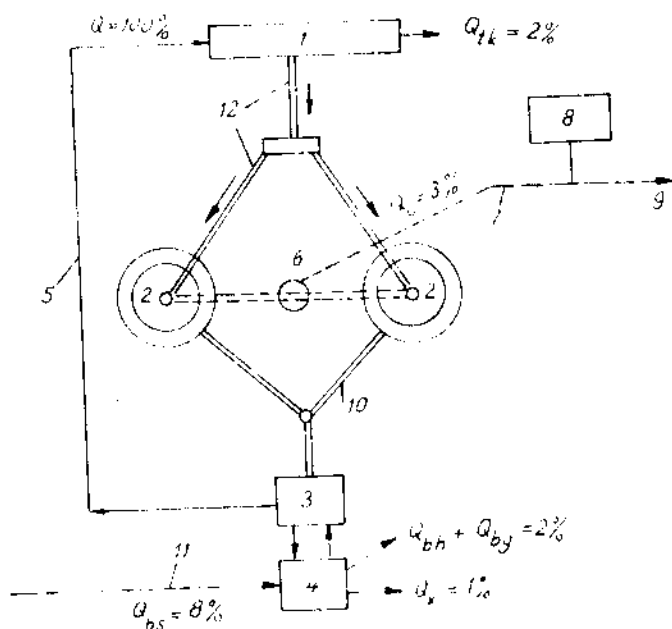
Để tiện tính toán người ta thường lập biểu đồ lưu lượng của từng loại nước thải cũng như biểu đồ tổng hợp lưu lượng nước thải của toàn bộ xí nghiệp.

1.3. SỬ DỤNG NƯỚC THẢI SẢN XUẤT VÀ THU HỒI CHẤT QUÍ

Khi thiết kế thoát nước các xí nghiệp, trước hết phải xem xét đến khả năng tận dụng nước thải (toàn bộ hoặc một phần) và khả năng thu hồi chất quý trong đó. Do thành phần, khối lượng nước thải và điều kiện địa phương quyết định, có thể có các biện pháp sử dụng dưới đây:

1.3.1. Dùng lại nước thải sau khi đã xử lý trong hệ thống cấp nước tuần hoàn của nhà máy xi nghiệp (h. 1.2)

Đối với nước chỉ nóng lên mà không bị nhiễm bẩn trong sản xuất, thì chỉ cần cho nước thải qua công trình làm nguội. Đối với nước thải bị nhiễm bẩn mà không bị nóng lên (nước làm giàu quặng chẳng hạn) thì chỉ cần cho qua các công trình xử lý (lắng) hoặc đối với nước vừa bị nóng lên vừa bị nhiễm bẩn cũng có thể cho qua xử lý bằng cách cho lắng rồi làm nguội rồi dẫn trở về dùng lại trong sản xuất. Để minh họa ta hãy xét sơ đồ xử lý nước thải trạm làm sạch khí lò cao (với áp suất bình thường) của nhà máy luyện kim đen (h. 1.5).



Hình 1.5. Sơ đồ sử dụng nước phân xưởng làm sạch khí lò cao:

- 1- phân xưởng làm sạch khí; 2- bể lắng ly tâm; 3- trạm bơm; 4- tháp làm nguội;
- 5- ống dẫn nước đã làm nguội; 6- trạm bơm cần; 7- ống dẫn cần; 8- trạm làm khô cần;
- 9- ống dẫn cần ra bãi chứa; 10- giếng tập trung nước đã lắng trong; 11- nước bổ sung;
- 12- máng dẫn nước tự chảy

Nước thải từ phân xưởng 1 - phân xưởng làm nguội và làm sạch khí (làm sạch khí bằng máy lọc bụi tĩnh điện và tháp hấp thụ) với nhiệt độ 40-50°C và chứa trung bình 1500 mg/l chất lơ lửng, nước được dẫn qua bể lắng ly tâm 2, ở đó hàm lượng chất lơ lửng trong nước giảm xuống còn 150 mg/l tức là đáp ứng yêu cầu công nghệ về chất lượng nước

Nước từ các bể lắng ly tâm được tập trung vào ngán tiếp nhận 10 của trạm

bơm 3 và được bơm lên tháp làm nguội 4. Nhiệt độ ở đây hạ xuống 27- 30°C tức là đáp ứng nhu cầu công nghệ. Nước đã làm nguội nhờ một nhóm máy bơm khác trong trạm bơm 3 theo ống dẫn 5 đưa trở lại phân xưởng làm sạch khí. Cặn từ bể lắng nhờ trạm bơm 6 theo ống dẫn 7 đưa ra trạm làm khô 8 có các máy lọc chân không hoặc theo ống 9 ra sân phơi, bãi chứa. Sau khi phơi khô độ ẩm đạt tới 20- 25% cặn được đưa trở về phân xưởng phân cỡ hạt để dùng làm chất hấp thụ khí độc.

Tất cả tổn thất nước trong vòng tuần hoàn được bù đắp bằng lượng nước bổ sung theo ống 11.

Nước thải được dẫn vào các bể lắng theo máng bê tông cốt thép 12 có nắp đáy. Máng phải có độ dốc sao cho tốc độ nước trong máng là 1,2- 1,5m/s. Trên hình vẽ các số phần trăm (%) là biểu thị sơ đồ cân bằng nước trong vòng tuần hoàn. Lưu lượng đơn vị của nước thải là 4,5- 5,5 m³ trên 1000 m³ khí.

1.3.2. Dùng lại nước cho quá trình sau

Trong điều kiện nhất định, nước thải có thể dùng lại cho quá trình sau mà không cần xử lý sơ bộ nếu yêu cầu chất lượng nước ở quá trình sau thấp hơn. Nếu trước khi dùng lại cần phải xử lý thì mức độ cần thiết xử lý được xác định theo yêu cầu công nghệ. Khi dùng lại nối tiếp có thể cho hiệu suất kinh tế cao, chẳng hạn trong các nhà máy lọc và hóa dầu theo kiểu chưng trực tiếp, có một loại bình ngưng tụ đặt ở vị trí cao. Nước thải sau khi ra khỏi bình ngưng đó có nhiệt độ 35°C nên có thể làm nguội các máy đặt ở vị trí thấp hơn, vì ở các máy đó cho phép nước vào với nhiệt độ cao hơn (50°C).

Nhờ sử dụng nối tiếp và tuần hoàn có thể giảm lưu lượng nước thải tới 20- 30%, giảm được rất nhiều lượng nước phải lấy từ nguồn vào do đó đạt hiệu quả cao trong việc sử dụng nước. Ở nhiều nơi và nhiều nước trên thế giới, để tránh nhiễm bẩn nguồn nước, người ta đã đưa ra luật phải sử dụng hệ thống cấp nước tuần hoàn trong các xí nghiệp công nghiệp.

1.3.3. Dùng nước và cặn phục vụ tưới, bón ruộng trong nông nghiệp

Một số loại nước thải sản xuất có thể dùng để tưới bón ruộng trong nông nghiệp. Ở nước ta vấn đề này càng có ý nghĩa kinh tế lớn song chưa được nghiên cứu và ứng dụng một cách có hệ thống. Nước thải chứa các chất khoáng vô cơ không thể dùng để tưới hoa màu được vì không có hoặc chứa rất ít chất dinh dưỡng cho cây trồng. Mặt khác nước thải chứa các chất vô cơ lại là chất độc hại đối với vi khuẩn đất (muối đồng, thiếc, crom, chì...) hoặc chứa muối làm phá hủy cấu trúc của đất.

Nước thải chứa các chất hữu cơ của nhiều lĩnh vực công nghiệp có thể

dùng để tưới ruộng cùng với nước thải sinh hoạt sau khi đã xử lý sơ bộ bằng phương pháp cơ học. Dùng để tưới ruộng tốt nhất là nước thải của các xí nghiệp thực phẩm (đường, thịt, sữa, bột, đồ hộp, giết mổ, ...) và xí nghiệp sản xuất amoniac. Trong những loại nước thải đó có chứa nhiều chất dinh dưỡng: nitơ, photpho, kali, ... cần cho cây trồng (bảng 1.3).

Tiêu chuẩn tưới cây tùy thuộc vào nhiều yếu tố (nồng độ nước thải, khí hậu địa phương, đặc tính đất, loại cây trồng, ...) và dao động trong những khoảng lớn. Theo kinh nghiệm của Đức khi dùng nước thải nhà máy đường để tưới ruộng thì tiêu chuẩn tưới dao động từ 1000 m³/ha/năm đối với đất chắc, đến 5000 m³/ha/năm đối với đất dễ thấm nước.

Bảng 1.3. Lượng chất dinh dưỡng trong nước thải của một số xí nghiệp công nghiệp

Loại xí nghiệp công nghiệp	Chất dinh dưỡng trong nước thải, g/m ³			
	N ₂ toàn phần	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO
Đường	30	50	10	170
Sữa	50	35	30	80
Thịt liên hộp	290	142	102	160
Tinh bột	265	486	93	76
Men	275	480	100	93
Rượu	30	20	50	52
Bia	24	30	15	
Hoa quả hộp	15	50	17	30
Cá hộp	160		10	

Dùng nước thải nhà máy bia để tưới hành thì tiêu chuẩn tưới là 8000 m³/ha/năm.

Đối với các loại nước thải sản xuất quá đậm đặc thì cần phải cho lắng sơ bộ hoặc phải pha loãng trước khi tưới ruộng, chẳng hạn nước thải xí nghiệp giết mổ, chế biến thịt, men, tinh bột, ... Cần sau khi lắng cũng để bón ruộng.

Cần lưu ý rằng nước thải chứa nhiều chất hữu cơ khi phân hủy thường tạo thành sản phẩm gây mùi thối. Do đó phải kịp thời dẫn ngay ra cánh đồng để đảm bảo vệ sinh môi trường.

Nói chung khi dùng nước thải sản xuất để tưới ruộng phải bảo đảm sao cho loại trừ khả năng gây nhiễm độc đối với đất, nguồn nước ngầm, cây trồng, ... và qua đó đối với sức khỏe con người. Muốn vậy phải nghiên cứu kỹ và tìm các biện pháp xử lý, pha loãng, đồng thời phải thỏa thuận với cơ quan thanh tra của Nhà nước.

1.3.4. Thu hồi chất quý

Trong nước thải của nhiều nhà máy xí nghiệp chứa nhiều chất quý (dầu, mỡ, sợi gỗ, crom và nhiều chất hóa học khác, ...). Những chất đó phải được thu hồi và đưa trở lại phục vụ sản xuất. Trong một số xí nghiệp, nồng độ các chất quý trong nước thải ở các phân xưởng rất khác nhau. Do đó những trạm thu hồi sẽ là một khâu công nghệ của từng phân xưởng, việc thu hồi chất quý sẽ làm giảm nồng độ chất bẩn trong nước thải, tạo điều kiện dễ dàng cho việc xử lý sau đó, ví dụ, việc thu hồi kiềm từ dịch đen của nhà máy giấy Bãi Bằng.

Nhiều khi việc thu hồi các chất quý chẳng những do yêu cầu kinh tế mà còn do yêu cầu kỹ thuật xử lý nước. Các chất quý như phenol, dầu, mỡ, nhựa, ... ở nồng độ cao trong nước, gây độc hại với vi sinh vật thực hiện quá trình oxi hóa, do đó nếu không sơ bộ thu hồi các chất quý trên thì không thể xử lý bằng phương pháp sinh học được.

Tùy thuộc vào thành phần hóa lý và mức độ quý của chất thải mà người ta chọn biện pháp thu hồi khác nhau. Ví dụ, biện pháp phục hồi xử lý dung dịch chứa crom và các dung dịch đã dùng rồi được thực hiện như sau: dung dịch điện phân khi mạ crom (dung dịch thụ động), sau khi sử dụng được xử lý bằng xút cho tới pH = 5,5-6,5, kết quả sẽ tạo thành hidroxit của crom, sắt, cadmi, kẽm,... Tiếp theo cho qua lọc. Sau đó dung dịch được xử lý bằng axit sunfuric cho tới pH = 2. Như vậy sẽ chuyển natri cromat thành bicromat là chất thụ động, cuối cùng cho dung dịch lọc qua H-cationit sẽ được axit bicromic và chất để chuẩn bị dung dịch điện phân chứa crom. Việc thu hồi hay phục hồi các dung dịch mạ và các dung dịch rửa cho hiệu quả kinh tế rất cao.

1.4. GIẢI QUYẾT TỔ HỢP THOÁT NƯỚC CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP VÀ VÙNG DÂN CƯ

Việc thoát nước các xí nghiệp công nghiệp phải được giải quyết trên cơ sở qui hoạch chung và sơ đồ thoát nước của vùng. Nếu các xí nghiệp công nghiệp ở gần hoặc trong phạm vi thành phố, vùng dân cư thì trước hết phải ưu tiên khả năng thoát nước và xử lý nước thải chung cho xí nghiệp và thành phố, vùng dân cư. Vì thông thường có như vậy mới bảo đảm yêu cầu vệ sinh và kinh tế. Nếu thành phố và khu công nghiệp xa nhau thì việc giải quyết hợp nhất - tập trung hay riêng lẻ - phân tán - cục bộ phải dựa trên cơ sở so sánh các phương án về kinh tế - kỹ thuật. Nhiều khi do đặc điểm thành phần tính chất nước thải sản xuất nếu xử lý riêng thì không thể đạt được hiệu quả mong muốn. Ngược lại, nếu trộn lẫn với nước thải sinh hoạt thì việc xử lý sẽ rất đơn giản và hiệu quả cao, tuy nhiên trong nước thải sản xuất có chứa các tạp chất đặc biệt nên khi xả vào hệ thống thoát nước thành phố vẫn phải tuân theo những qui

định để đảm bảo chế độ công tác bình thường của mạng lưới thoát nước và công trình xử lý nước thải toàn thành phố.

Nước thải sản xuất ít khi xả vào hệ thống thoát nước thành phố, nếu cần để pha loãng nước thải rất bẩn và đậm đặc. Ngoài ra nên sử dụng lại trong hệ thống cấp nước tuần hoàn hoặc xả vào hệ thống thoát nước mưa để tránh cho mạng lưới thoát nước bán thành phố làm việc quá tải. Thậm chí với nước thải sản xuất chỉ chứa các chất vô cơ cũng không nên xả vào mạng lưới thoát nước bán thành phố mà có thể dùng lại trong sản xuất hoặc xả thẳng ra nguồn sau khi xử lý cục bộ.

Khi xả nước thải sản xuất vào hệ thống thoát nước bán thành phố phải tuân theo điều kiện sau:

- Nước thải không chứa các tạp chất không tan có kích thước quá lớn, chìm xuống, nổi lên hoặc bám vào thành ống gây tắc ống thoát nước thành phố;
- Nước thải không gây tác dụng phá hủy vật liệu ống và công trình thoát nước thành phố;
- Nước thải không chứa các tạp chất dễ cháy (xăng, dầu, ...), các chất khí độc và dễ tạo thành các hợp chất nổ trong mạng lưới thoát nước và các công trình xử lý;
- Không có nhiệt độ cao quá 40°C;
- Không gây tác dụng phá hoại các quá trình xử lý nước thải và cận trong trạm xử lý nước của thành phố;
- Không chứa các loại vi khuẩn gây bệnh và các chất phóng xạ. Trước khi xả vào hệ thống thoát nước thành phố các loại đó phải được khử trùng và khử độc;
- Không hợp nhất các loại nước thải có khả năng gây phản ứng hóa học và tạo ra các loại khí độc dễ nổ, dễ cháy hoặc tạo ra huyền phù và cặn với một lượng quá lớn. Không được phép xả các loại dung dịch nguyên thể đậm đặc một cách tập trung tức thời vào hệ thống thoát nước thành phố.

Nếu không đảm bảo được những điều kiện trên thì phải xử lý sơ bộ nước thải sản xuất (điều hòa lưu lượng, nồng độ; trung hòa; làm sạch cơ học; lý hóa học; khử trùng; pha loãng, ...) trong phạm vi xí nghiệp, trước khi xả vào hệ thống thoát nước thành phố. Ngoài ra có thể dùng các biện pháp phòng ngừa như đặt máng thủy lực, thông gió mạng lưới, ... Khi chọn các biện pháp xử lý cục bộ phải chú ý tới đặc điểm của các loại chất cần tách ra;

- Nước thải chứa các chất hữu cơ với nồng độ cao có thể xả vào hệ thống thoát nước thành phố nếu NOS (BOD) của hỗn hợp nước thải đó với

nước thải sinh hoạt thành phố không vượt quá giá trị cho phép. Không được xả vào hệ thống thoát nước thành phố những loại nước thải có màu đậm đặc (như thuốc nhuộm sunfua) vì không khử được màu của chúng thậm chí cả khi xử lý bằng phương pháp sinh hóa.

1.5. SƠ ĐỒ HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

Khi thiết kế và chọn hệ thống thoát nước xí nghiệp công nghiệp phải xét tới các yếu tố sau đây:

- số lượng thành phần tính chất nước thải của từng phân xưởng và chế độ thải nước của nó;
- khả năng giảm lượng nước thải sản xuất bản của xí nghiệp bằng cách sử dụng dây chuyền công nghệ hợp lý;
- khả năng dùng lại nước thải trong hệ thống cấp nước tuần hoàn hoặc dùng lại trong các quá trình công nghệ khác với yêu cầu về chất lượng nước thấp hơn;
- khả năng thu hồi và sử dụng các chất quý trong nước thải;
- khả năng kết hợp nước thoát của các xí nghiệp ở gần nhau hoặc khả năng xả vào hệ thống thoát nước thành phố;
- điều kiện xả nước ra nguồn và mức độ cần làm sạch;
- các phương pháp xử lý nước thải có thể chọn;
- chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của từng phương án.

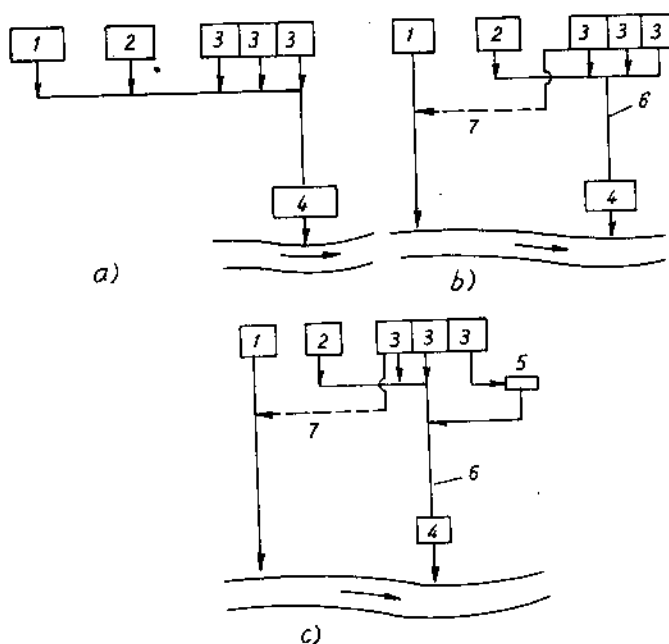
Nói chung sơ đồ mạng lưới thoát nước của xí nghiệp công nghiệp tùy thuộc vào vị trí tương quan giữa các phân xưởng, địa hình, giao thông trong xí nghiệp, sơ đồ các mạng lưới kỹ thuật và các công trình ngầm, vị trí các trạm xử lý cục bộ trong phân xưởng và trong toàn xí nghiệp.

Người ta phân biệt: hệ thống thoát nước trong phạm vi xí nghiệp (gồm mạng lưới trạm bơm và các công trình xử lý) và bên ngoài xí nghiệp (cống chính, trạm bơm chính và trạm xử lý nước thải toàn thành phố, vùng dân cư).

Việc dẫn nước thải trong phạm vi xí nghiệp có thể thực hiện theo hệ thống chung hoặc riêng với nhiều mạng lưới.

Khi thiết kế thoát nước cho các xí nghiệp công nghiệp vấn đề hợp nhất các loại nước thải vào một mạng lưới hoặc tách riêng ra hai hay nhiều mạng lưới là một vấn đề cần được nghiên cứu kỹ càng. Từ đó quyết định số trạm xử lý cục bộ, lưu lượng các trạm đó, chiều dài và số mạng lưới. Tóm lại, đó là vấn đề giá thành xây dựng, quản lý công trình thoát nước; khả năng và mức độ bảo vệ nguồn nước khỏi bị nhiễm bẩn; khả năng thu hồi và sử dụng chất quý trong nước thải.

Ngày nay, trong một số trường hợp, người ta thiết kế thoát nước theo hệ



Hình 1.6. Sơ đồ hệ thống thoát nước:

- a- chung; b- riêng với hai mạng lưới; c- riêng với trạm xử lý cục bộ; 1- nước mưa; 2- nước thải sinh hoạt; 3- nước thải sản xuất; 4- trạm xử lý; 5- trạm xử lý cục bộ; 6- mạng lưới thoát nước sinh hoạt và sản xuất bãi; 7- xả nước thải sản xuất qui ước sạch; 8- mạng lưới thoát nước mưa và nước thải sản xuất qui ước sạch

thống riêng hoàn toàn, chỉ đối với một số xí nghiệp; nếu các cơ sở kinh tế kỹ thuật đã cho phép thì có thể chọn hệ thống thoát nước chung (h.1.6a).

Đối với các xí nghiệp, nếu nước thải sản xuất có thành phần tính chất giống như nước thải sinh hoạt (chẳng hạn các xí nghiệp công nghiệp thực phẩm) thì người ta hợp nhất các loại nước thải đó và xử lý chung với nhau, nước mưa và nước sản xuất qui ước sạch dẫn theo mạng lưới riêng và xả ra sông, hồ, chứa (h.1.6b).

Nếu nước thải sản xuất các xí nghiệp chứa chất bẩn đặc biệt có thể phá hoại sự làm việc bình thường của mạng lưới và công trình thoát nước, thì phải xây dựng các công trình xử lý cục bộ (bể thu dầu mỡ, thu hồi len, sợi, trạm trung hòa...) ở gần ngay trong phân xưởng sản xuất (h.1.6c). Chẳng hạn nước thải các phân xưởng mạ, nhiệt luyện chứa axit, kiềm, crom, xianua,... có thể dẫn và xử lý ở các trạm trung hòa cục bộ, rồi xả vào mạng lưới thoát nước sản xuất hoặc nước mưa. Nhiều khi nếu hợp nhất và xáo trộn các loại nước thải

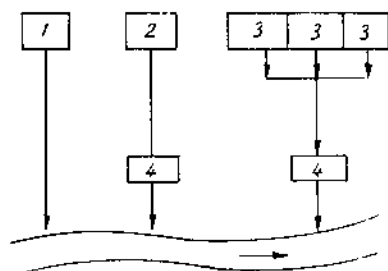
vào chung một mạng lưới sẽ dẫn đến hậu quả tai hại. Chẳng hạn, khi trộn nước thải chứa axit với nước thải chứa xianua sẽ tạo thành khí độc (axit xianhidric); nước thải chứa sunfit với nước thải chứa axit sẽ tạo thành hidro sunfua; nước thải chứa sợi viscô với nước thải chứa axit sẽ diễn ra hiện tượng keo tụ viscô tạo ra hidro sunfua và phục hồi xenluloza; nước thải chứa axit sunfuric với nước thải chứa vôi sẽ tạo thành canxi sunfat kết tủa lắng cặn đọng ở thành ống,... Vì vậy không được xáo trộn và hợp nhất các loại nước thải trên với nhau.

Đối với nước thải sản xuất chứa các tạp chất cơ học với hàm lượng cao (dạng vô cơ hay hữu cơ như dầu, mỡ, dầu lửa,...), nếu trộn với nước thải sinh hoạt sẽ không có lợi và gây phức tạp cho quá trình xử lý nước, xử lý cặn lắng và loại trừ khả năng dùng lại nước cũng như sử dụng các chất quý trong đó. Do đó trong nhiều xí nghiệp công nghiệp (luyện kim, hóa cốc, hóa chất, chế biến, lọc dầu,...) phải thiết kế hệ thống thoát nước riêng hoàn toàn và xử lý các loại nước thải sinh hoạt, sản xuất ở các trạm xử lý độc lập (h.1.7, 1.8).

Nước thải sản xuất qui ước sạch nói chung nên dùng lại trong hệ thống cấp nước tuần hoàn.

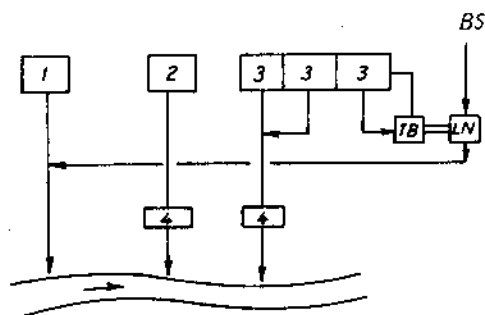
Nếu các loại nước sản xuất chứa các chất bẩn khác nhau hoàn toàn về thành phần, tính chất và không thể xử lý chung được thì không được trộn và hợp nhất với nhau trong một mạng lưới mà phải tách riêng, ví dụ, mạng lưới thoát nước axit, kiềm, xl,...

Đôi khi dẫn nước thải có thành phần giống nhau nhưng



Hình 1.7. Sơ đồ hệ thống thoát nước riêng với ba mạng lưới:

1- nước mưa; 2- nước thải sinh hoạt; 3- nước thải sản xuất; 4- trạm xử lý

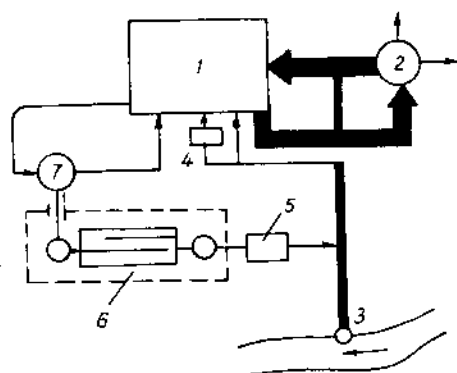


Hình 1.8. Sơ đồ hệ thống thoát nước riêng và dùng lại nước thải sản xuất trong hệ thống cấp nước tuần hoàn:

1- nước mưa; 2- nước thải sinh hoạt; 3- nước thải sản xuất; 4- trạm xử lý; TB- trạm bơm; LN- công trình làm nguội; BS- nước bổ sung

với nồng độ khác nhau trong cùng một mạng lưới sẽ bất lợi. Đầu tiên nên thu hồi các chất có thể bán ở thị trường trong nước thải đậm đặc, rồi sau đó pha trộn với nước loãng để xử lý tiếp tục. Chẳng hạn, đối với dịch đậm đặc khi sản xuất xenluloza, nước giặt dệt dầu và nước loãng trong các xí nghiệp giặt len; dung dịch mạ, dịch nhuộm hoặc nước giặt dệt dầu và nước giặt loãng trong xí nghiệp dệt nhuộm,...

Một vấn đề lớn hiện nay được đặt ra trong kỹ thuật chống ô nhiễm môi trường, bảo vệ nguồn nước là sơ đồ dùng nước tuần hoàn không xả nước thải ra sông. Khi đó ngoài các công trình xử lý nước thải thông thường còn có các công trình đặc biệt xử lý triệt để (h.1.9). Sơ đồ hệ thống này không làm nhiễm bẩn nguồn nước mặt đồng thời giảm lượng nước cần bổ sung lấy từ công trình thu nước.



Hình 1.9. Sơ đồ dùng nước trong nhà máy sản xuất caosu nhân tạo không xả nước thải ra sông:

1- phân xưởng sản xuất; 2- công trình làm nguội nước; 3- công trình thu nước; 4- trạm xử lý bằng hóa chất; 5- công trình xử lý triệt để; 6- công trình xử lý sinh học; 7- công trình xử lý sơ bộ và hoàn nguyên nước thải

1.6. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO VÀ TÍNH TOÁN MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

Khi thiết kế xây dựng các mạng lưới thoát nước các xí nghiệp công nghiệp cần phải xét tới ảnh hưởng nước thải sản xuất với vật liệu ống, giếng thăm và các công trình khác đối với chế độ làm việc của mạng lưới và các công trình xử lý.

Nước thải sản xuất có thể gây các ảnh hưởng xấu sau đây:

- phá hủy do ăn mòn vật liệu ống máng, giếng thăm, mối nối và các chi tiết khác, bê tông là vật liệu dễ bị ăn mòn nhất;
- làm giảm khả năng vận chuyển của ống máng do rác, cặn lắng đọng ở đáy và bám vào thành ống;
- tạo khí dễ nổ trong ống và gây hỏa hoạn;
- tạo các loại khí độc, chất phóng xạ gây nguy hiểm tới sức khỏe công nhân.

Để chống ăn mòn vật liệu ống có thể dùng nhiều biện pháp sau: phủ một lớp vật liệu bền vững về hóa học như giấy dầu, quét bitum nhựa epoxit, dùng các loại vật liệu đặc biệt như bê tông không bị ăn mòn bởi xâm thực.

Để ngăn ngừa hiện tượng gây tắc ống trong xí nghiệp người ta đặt song hoặc lưới chắn, xây dựng các bể lắng ngay ở miệng xả nước thải sản xuất từ trong phân xưởng. Để tiện tẩy rửa người ta xây dựng mạng lưới thoát nước trong phân xưởng bằng các máng dầy bằng các tấm đan sao cho dễ lấy ra và đặt vào.

Để tránh tạo thành cặn lắng trong ống do tác dụng tương hỗ giữa các loại nước thải của các phân xưởng người ta thiết kế xây dựng các đường ống, máng riêng biệt.

Mạng lưới thoát nước ngoài phân xưởng, trong sân các xí nghiệp, ngoài các yêu cầu trên còn phải bảo đảm bền vững đối với tác động cơ học, không bị thấm nước, chống được ăn mòn của nước thải và khí tạo thành cũng như đảm bảo không gây ô nhiễm nước ngầm hoặc đất. Để xây dựng mạng lưới thoát nước tự chảy trong xí nghiệp người ta có thể làm kênh máng hở hoặc có nắp dầy, bằng các loại ống sành, xi măng amiăng, bê tông, bê tông cốt thép, chất dẻo polivinyl clorua, polietylen,... Đối với các đường ống áp lực dùng ống bê tông cốt thép, xi măng amiăng, đôi khi dùng ống gang hoặc thép, ngoài ra có thể dùng ống bằng gỗ, chất dẻo, thủy tinh. Ống sành chịu axit được sử dụng để vận chuyển nước có tính xâm thực và các mối nối ống cũng phải bằng vật liệu chịu axit. Khi lưu lượng tính toán của nước thải có tính xâm thực vượt quá khả năng vận chuyển của ống sành có đường kính lớn nhất (theo sản xuất hiện hành là 600 mm) thì nên đặt hai đường ống, mỗi đường ống có khả năng vận chuyển 60% lưu lượng tính toán tổng cộng và độ dày bằng 1.

Ống bê tông và bê tông cốt thép được sử dụng tùy thuộc tính xâm thực của nước thải.

Phạm vi sử dụng ống bê tông cốt thép để vận chuyển nước thải sản xuất được trình bày trong bảng 1.4.

Bảng 1.4. Điều kiện sử dụng ống bê tông cốt thép

Đặc tính nước thải	Chỉ tiêu xâm thực			Điều kiện sử dụng
	pH	sunfat, g/l	khí, mg/l	
Không xâm thực		1	10	Có thể không cần lắp bảo vệ
Xâm thực yếu	6 - 6,5	1 - 4	10 - 50	Phải có lắp bảo vệ
Xâm thực mạnh	6	4	50	Không nên dùng

Khi sản xuất ống bê tông cốt thép nhất thiết phải dùng bê tông nặng sản xuất bằng xi măng mác cao với các phụ gia tốt và phải phun các lớp chống xâm

thực trên bề mặt. Có thể dùng ống gỗ nếu nước thải có pH = 6-9 và nhiệt độ không quá 60°C. Với các giá trị khác của pH thì ống cần được sơn hoặc phủ bên trong bằng các lớp vật liệu bảo vệ như sơn etynol, nhũ tương chế tạo từ phenolandeht. Ngoài ra ống gỗ phải được phủ bằng những lớp chống sự phát triển sinh vật khi làm việc không đầy. Để bảo vệ mặt ngoài gỗ người ta thường phủ quét bitum, sơn etynol,...

Để vận chuyển nước thải có tính xâm thực mạnh, tốt nhất nên sử dụng ống chất dẻo nếu nhiệt độ nước thải không quá 40°C. Những ống này phải được bảo vệ để tránh bị tác động cơ học. Ở nước ta tại nhà máy giấy Bãi Bằng người ta sử dụng chủ yếu ống chất dẻo làm ống thoát nước.

Ống thủy tinh được dùng làm ống thoát nước có áp, không áp và chân không để vận chuyển nước nóng, nước lạnh xâm thực.

Những mối nối của ống loe hoặc trơn đối với nước thải có tính xâm thực phải xâm bằng các vật liệu chịu axit như bitum hoặc các hỗn hợp khoáng tùy thuộc nhiệt độ nước thải. Khi nhiệt độ nước thải vượt quá 30-35°C không được xâm nối ống bằng vật liệu dính kết đen (bitum). Ngày nay người ta còn dùng các vật liệu dính kết chế tạo từ nhựa nhân tạo để xâm các mối nối ống. Khi bơm nước thải có độ axit cao người ta phải dùng các ống đẩy bằng thép tráng các chất đặc biệt.

Giếng thăm trên mạng lưới thoát nước tự chảy đối với nước axit phải xây dựng bằng gạch klanhke bitum hóa. Các máng trong giếng thăm cũng phải xây dựng bằng bê tông asphan hoặc gạch chịu axit. Phần dưới tường giếng (20 cm cao hơn sàn giếng) tốt nhất là nên cách thủy bằng nhiều lớp bitum, mỗi lớp dày 5 mm hoặc ít nhất hai lớp giấy dầu. Nền móng của giếng được xây dựng bằng bê tông asphan, bên dưới đầm một lớp đá dăm gạch vỡ chịu axit.

Đối với nước thải và khí có độ xâm thực ít người ta xây dựng giếng thăm bằng các vòng bê tông đúc sẵn chịu axit và nắp dẩy bằng bê tông cốt thép.

Nắp dẩy hoặc thang lên xuống cũng phải phủ bằng nhựa asphan hoặc vật liệu chống axit khác.

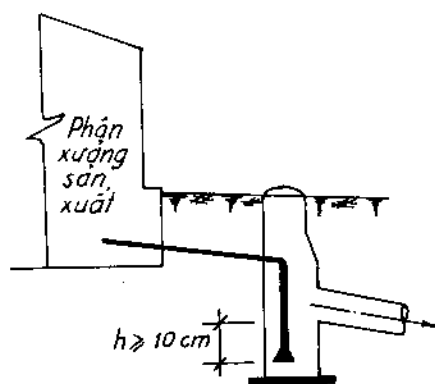
Kênh máng thoát nước đối với nước thải có tính xâm thực phải xây dựng bằng các vật liệu chịu axit hoặc ốp bề mặt bằng các tấm hoặc gạch tráng men chịu axit. Khi thiết kế các kênh máng đó còn phải tính tới khả năng môi trường thay đổi từ trạng thái axit sang kiềm để có các biện pháp xây dựng hợp lý.

Vấn đề thông hơi mạng lưới thoát nước trong xí nghiệp cần phải được giải quyết với sự thỏa thuận của các cơ quan vệ sinh trong từng trường hợp cụ thể.

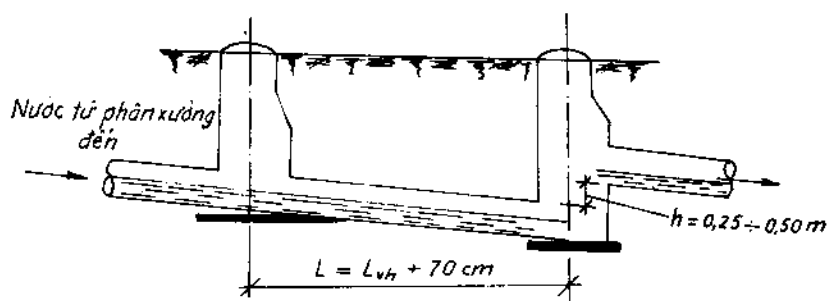
Khi mạng lưới thoát nước sản xuất ngoài nhà có khí độc hại thì việc thông hơi được thực hiện qua các ống đứng đặt ở giếng đầu và giếng trung gian.

Những ống đứng đặt cách nhau không quá 200m và vượt lên 2m so với má nhà cao nhất gần đó. Đường kính ống đứng 200mm. Những ống đứng được nối với phần trên của giếng bằng các ống có độ dốc, nghiêng về phía giếng. Nhiều khi cần phải thực hiện thông hơi nhân tạo nhờ máy hút khí ra. Nếu khí tạo ra có tính chất xâm thực đối với kim loại thì phải có biện pháp phủ ống bằng vật liệu chống ăn mòn hoặc dùng ống không bị ăn mòn.

Đôi khi ống thoát nước được đặt cùng với các loại ống kỹ thuật khác trong hầm ngầm, các đường hầm ngầm được thông hơi tự nhiên qua các lỗ hoặc giếng đặc biệt. Nếu nước thải chứa các loại khí hiđro sunfua, cacbon sunfua hoặc các hỗn hợp khí độc dễ nổ khác thì ngoài việc thông gió tự nhiên còn phải bố trí hệ thống thông gió cơ khí cưỡng bức. Khi trong mạng lưới có khí dễ cháy người ta phải bố trí các thiết bị thông hơi để ngăn ngừa sự xuất hiện các tia lửa.



a)



b)

Hình 1.10. Cấu tạo của giếng với màng chắn thủy lực:

- a- xả nước từ phía trong phân xưởng với một đầu ống đặt ngập;
- b- xả nước từ trong phân xưởng qua một giếng trung gian

Đối với nước thải chứa khí độc dễ cháy tại các vị trí nối mạng lưới trong phân xưởng với mạng lưới bên ngoài phải xây dựng các giếng thăm với màng chắn thủy lực.

Chiều cao của màng chắn thủy lực chọn từ 10-25cm, đôi khi tới 50cm. Những màng chắn thủy lực này còn phải đặt ở những đoạn ống thẳng cách nhau 250m để ngăn ngừa tiếng nổ cục bộ và đám cháy kèm theo. Một trong những dạng giếng thăm với màng chắn thủy lực được xây dựng trong nhà máy chế biến lọc dầu được trình bày trong hình 1.10.

Tính toán thủy lực mạng lưới và ống thoát nước được tiến hành theo lưu lượng nước thải sản xuất ở thời kỳ phát triển hoàn chỉnh xí nghiệp, đồng thời cần tính tới khả năng khi các máy công nghệ phải làm việc tăng cường. Điều kiện làm việc của mạng lưới phải được kiểm tra qua từng thời kỳ xây dựng hệ thống thoát nước xí nghiệp.

Khi tính toán mạng lưới thoát nước tự chảy và có áp, người ta cũng dùng công thức như đối với nước thải sinh hoạt. Tốc độ tính toán của dòng chảy trong ống kênh máng phải được chọn theo lưu lượng nước thải, tính chất các tạp chất không tan trong đó và đường kính ống hoặc kích thước mương máng.

Ví dụ, đối với nước thải chứa các tạp chất dầu mỡ, dầu hỏa,... phải chọn tốc độ tính toán bằng 0,8-0,9m/s; đối với nước thải chứa các tạp chất cơ học nặng (cặn sắt okalin nhẹ, bụi mài,...): 1,25-1,6 m/s. Phải chọn độ dốc ống kênh máng mạng lưới thoát nước sản xuất sao cho bảo đảm tốc độ nhỏ nhất cho phép. Đối với máng, ống bên trong phân xưởng thường chọn theo cấu tạo: với $d = 100\text{mm}$ thì chọn độ dốc $i = 0,005$; với nước thải chứa nhiều tạp chất cơ học thì có thể chọn độ dốc tối thiểu tới 0,01. Người ta còn chọn độ dốc lớn hơn đối với các loại nước thải chứa các tạp chất nặng. Ví dụ:

- Kênh máng thoát nước sản xuất (trước khi lắng) chứa vụn sắt từ máy cán thép cần có độ dốc 0,05-0,07, với nước chứa vụn sắt từ máy cán thép, dầm đường ray cần có $i = 0,4-0,5$;

- Kênh máng thoát nước chứa xỉ than cần có độ dốc $i = 0,006-0,015$, kênh để vận chuyển cặn xỉ của phân xưởng phân cỡ hạt phải có độ dốc $i \geq 0,015$;

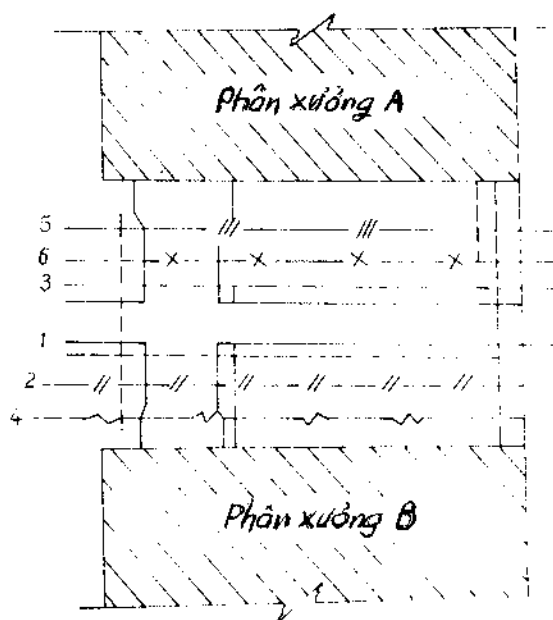
- Ống dẫn nước thải làm sạch khí phải đặt với độ dốc $i = 0,005-0,006$; đối với nước chứa xỉ cần độ dốc $i = 0,01$ với đường kính $d = 150\text{mm}$ và $i = 0,008$ với $d = 300\text{mm}$, độ dốc của ống lớn hơn phải được xác định bằng tính toán.

- Các mương máng và ống dẫn bên trong phân xưởng phải đảm bảo lưu lượng giây lớn nhất đối với độ dốc đã chọn và độ đầy không quá 70% diện tích tiết diện;

- Khi xả nước từ nhà tắm, giặt, hoặc xả nước thải sản xuất tức thời và xả

nước mưa với đường kính ống $d \leq 300\text{mm}$ cho phép chảy đầy $h_{\text{ch}} = 1$. Vì trong phạm vi xí nghiệp có nhiều công trình ngầm và nổi trên mặt đất nên việc vạch tuyến mạng lưới thoát nước là việc rất phức tạp và gặp nhiều trở ngại. Khoảng cách giữa các đường ống kỹ thuật trên mặt bằng phụ thuộc vào móng nhà, độ sâu đặt ống, đường kính và vật liệu ống, chức năng từng loại ống.

Các mạng lưới kỹ thuật là một tổ hợp thống nhất các công trình ngầm. Chúng liên quan với nhau và liên quan đến qui hoạch toàn bộ xí nghiệp. Để bố trí hợp lý tất cả công trình ngầm phải lập mặt bằng chung (h.1.11).



Hình 1.11. Mặt bằng qui hoạch các đường ống kỹ thuật trong xí nghiệp.

- 1- ống thoát nước sản xuất; 2- ống cấp nước.
3- ống thoát nước mưa; 4- dây cáp điện
5- điện thoát; 6- ống dẫn nhiệt

1.7. ĐẶC ĐIỂM THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG TRẠM BƠM NƯỚC THẢI CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

Tùy thuộc thành phần tính chất nước thải sản xuất, người ta phải chọn những máy bơm đặc biệt như máy bơm chịu axit, máy bơm để bơm nước chứa tạp chất rắn, cặn, bơm ézectơ,... Số máy bơm công tác phải xác định theo lưu lượng tính toán của nước thải.

Trạm bơm nước thải sản xuất có thể đặt riêng hoặc chung với các phân xưởng. Nếu nước thải không tạo ra khí độc có thể đặt trạm bơm, bể chứa ngay trong phân xưởng sản xuất nhưng phải thường xuyên được thông gió.

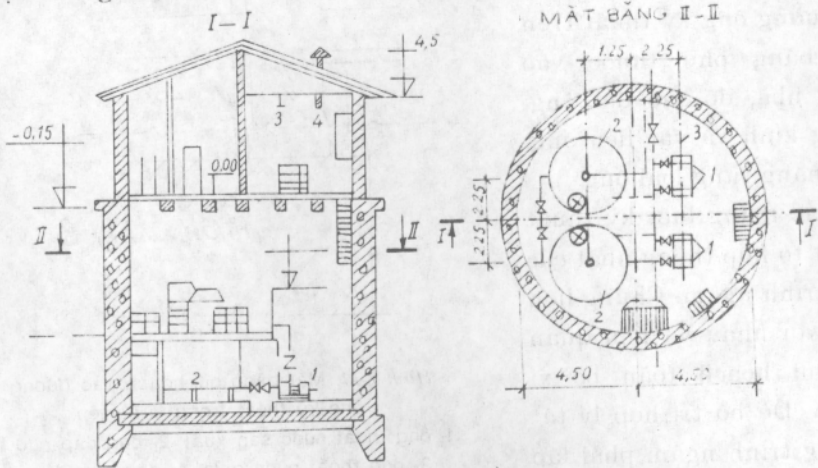
Để bơm nước thải từ các máy công nghệ hoặc bể chứa ra mạng lưới bên ngoài, người ta cũng dùng ngay những bơm công nghệ.

Dung tích bể chứa phải sao cho nhỏ nhất và không quá 10% lưu lượng lưu trung bình của nước thải để tránh lắng cặn.

Nếu nước thải sản xuất chứa các chất độc dễ cháy, dễ nổ, dễ bay hơi thì nhất thiết phải thiết kế trạm bơm, bể chứa riêng biệt với nhau; chẳng hạn, đối

với nước thải chứa cacbon sunfua, hidro sunfua, dầu lửa; đối với các loại nước thải có thành phần khác nhau nhưng khi hòa trộn với nhau tạo thành các chất độc dễ nổ, dễ cháy, hoặc dễ lắng cặn. Thậm chí phải xây dựng các bể chứa riêng cho từng loại nước thải. Khoảng cách từ mép bể chứa tới nhà trạm phải ít nhất 10m, tới nhà sản xuất 20m, tới nhà công cộng 100m.

Nếu nước thải có tính ăn mòn thì nên thiết kế trạm bơm riêng biệt và bể chứa hai ngăn để lên xuống để sửa chữa (h.1.12). Tất cả mọi trang thiết bị (song chắn, máy nghiền rác,...) phải được bảo vệ khỏi nước ăn mòn. Bể chứa phải được chống thấm.



Hình 1.12. Trạm bơm nước thải chứa axit lưu lượng 30-110 m³/h: 1- bơm ly tâm với động cơ điện; 2- thùng chứa bằng kim loại dung tích mỗi thùng là 20m³. 3- palăng kéo tay 0,5 tấn

Đối với nước thải chứa các chất dễ nổ, dễ cháy thì nhà trạm phải xây dựng bằng vật liệu chịu lửa, trang bị bằng động cơ điện, máy bơm an toàn để tránh nổ và cháy. Những thiết bị đó phải đặt riêng một gian và không được nằm sâu dưới đất.

Có thể đặt gian máy bơm lộ thiên khi khí hậu thuận lợi, khi đó máy móc thiết bị điều khiển phải đặt ở trạm biến áp, động cơ phải được che dầy.

Khi xảy ra sự cố các trạm bơm nước thải chứa dầu phải có giếng với màng chắn thủy lực.

Ngoài số máy bơm công tác, trong trạm bơm phải bố trí máy bơm dự phòng (bảng 1.5).

Trong trạm bơm có thể đặt một số nhóm bơm với chức năng khác nhau để bơm các loại nước thải khác nhau như bơm bùn hoạt tính, bơm nước chứa dầu, ... Khi đó bể chứa được chia làm nhiều ngăn đồng thời những ống hút, ống đẩy

bố trí sao cho có thể thay đổi chức năng các máy bơm. Như vậy giá thành xây dựng trạm bơm có thể đắt nhưng chế độ làm việc của toàn hệ thống thoát nước sẽ ổn định dù một máy bơm có thể dừng lại.

Bảng 1.5. Chọn số máy bơm dự phòng

Công tác	Số máy bơm dự phòng	
	nước chứa axit	nước chứa kiềm
1	1 và 1 ở kho	1
2	2	1
3	2	1 và 1 ở kho
4	2 và 1 ở kho	2

Nên bố trí sao cho cốt trực máy bơm thấp hơn mực nước trong bể chứa để bơm tự mồi nước và dễ dàng tự động hóa trạm bơm.

Trong trạm bơm nước thải chứa các chất dễ cháy, dễ nổ phải đạt tất cả các đường ống, chi tiết van khóa sao cho dễ dàng xem xét sửa chữa, số van khóa phải ít nhất. Mỗi máy bơm phải có một van hút riêng, nếu có thể cũng nên có một đường ống đẩy riêng. Tốc độ nhỏ nhất trong ống hút, ống đẩy phải chọn theo tiêu chuẩn đối với từng loại nước thải để sao cho không lắng cặn trong ống hoặc bị mài mòn ống. Thông thường tốc độ trong ống hút chọn bằng 0,8-1,2 m/s, trong ống đẩy 1,2-1,5 m/s, số ống đẩy không dưới 2.

Để vận chuyển nước thải có tính xâm thực nên chọn loại ống chịu axit không bị xâm thực, như ống thép không gỉ, thép tráng kẽm, ống chất dẻo, ống caosu,...

Đối với các trạm bơm cặn-xi phải thiết kế sao cho có thể tẩy rửa đường ống hút, ống đẩy. Để tẩy rửa có thể lấy nước từ mạng lưới cấp nước kỹ thuật hoặc nước thải đã xử lý. Ngoài ra còn phải có ống nước tới hố ở miệng ống hút để tẩy rửa.

Nước thải sản xuất thường có nhiệt độ cao chứa các chất dễ bay hơi hoặc khí hòa tan do đó phải xác định thật chính xác chiều cao hút cho phép của máy bơm. Chiều cao hút (tính) tối đa cho phép H của máy bơm phải xác định theo công thức:

$$H = \frac{H_{CK} \cdot h'_h}{\gamma} + \frac{H_{TP} - 10}{\gamma} - h'' - \frac{V^2}{2g}, \quad (1.12)$$

trong đó H_{CK} - chiều cao hút chân không của máy bơm (theo số liệu nhà máy chế tạo, xác định theo chân không kế) khi máy bơm làm việc với nước lạnh, m cột nước; h'_h - áp suất hơi của nước ở nhiệt độ nhất định cho trước, m cột nước;

γ - trọng lượng riêng của nước thải chọn bằng 1 tấn/m^3 ; H_{rp} - áp suất khí quyển tại nơi đặt trạm bơm: ở mặt biển $H_{rp} = 10,33 \text{ m}$ cột nước, ở độ cao 100 m $H_{rp} = 10,21 \text{ m}$ cột nước; h'' - tổn thất áp lực trên ống hút (kể cả cục bộ), m cột nước; V - tốc độ nước trong ống, m/s.

Kết cấu nhà trạm

Bệ móng dưới bơm chịu axit xây dựng bằng bê tông chịu axit. Sàn bể chứa trạm bơm cũng phải tính đến khả năng xảy ra tiếng nổ và phải cao hơn mặt đất, nhất là đối với nước thải chứa các khí độc, dễ nổ. Xung quanh bể chứa, trạm bơm phải có hàng rào bảo vệ cao $1,2 \text{ m}$. Trong trạm bơm phải có thông gió nhân tạo đảm bảo thay đổi không khí $1-3 \text{ lần/h}$.

Việc cung cấp điện phải từ hai nguồn độc lập hoặc có thể cho phép xây dựng các ngăn xả sự cố để xả nước thải khỏi bể chứa.

Dung tích ngăn xả sự cố phải đủ để chứa nước thải chảy đến trong thời gian khác phục sự cố và xác định theo biểu đồ nước chảy đến. Nước từ ngăn xả sự cố lại cho về bể chứa của trạm bơm, vị trí các ngăn xả sự cố cũng phải thỏa thuận với cơ quan vệ sinh địa phương.

Chương 2

CƠ SỞ CHỌN PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

2.1. KHẢO SÁT VÀ THU THẬP SỐ LIỆU CƠ SỞ

Người ta có thể phân chia nước thải sản xuất hay công nghiệp thành các nhóm sau: nước thải rất bẩn - đậm đặc, nước thải ít bẩn, loãng - nước quá ước sạch, dung dịch công nghệ nguyên thể, nước đọng lại hay đọng trong hệ thống cấp nước tuần hoàn, nước thải sinh hoạt.

Như vậy trong điều kiện lý tưởng, ở mỗi xí nghiệp nên có mạng lưới thoát nước riêng biệt để dẫn và xử lý riêng từng loại nước thải trên. Song hầu hết các xí nghiệp thiết kế - xây dựng mới không thể có hệ thống thoát nước lý tưởng đó được. Kết quả là một hỗn hợp nước thải với số lượng nhiều mà không một phương pháp nào có thể xử lý được. Chẳng hạn một dung dịch công nghệ nào đó, đáng ra chỉ phải xử lý với một lượng rất ít thì lại pha loãng với nước ít bẩn thành một hỗn hợp bẩn-đậm đặc mà dù bằng phương pháp hóa học hoặc sinh học cũng không thể xử lý với hiệu suất cao được.

Vì thế khi xử lý nước thải công nghiệp, nhất là phải dùng đến những phương pháp phức tạp, đắt tiền như phương pháp hóa học thì phải hết sức thận trọng. Để chọn phương pháp xử lý hợp lý, kinh tế cũng như chọn sơ đồ công nghệ một cách chuẩn xác, đầu tiên phải tìm hiểu khảo sát về công nghệ sản xuất, về sự hình thành nước thải, số lượng và thành phần tính chất của nó,...như đã mô tả ở hình 1.4 (hương 1). Nội dung của việc tìm hiểu khảo sát đối với các xí nghiệp đang hoạt động là:

- làm quen với mạng lưới thoát nước bên trong và bên ngoài các phân xưởng sản xuất, lập sơ đồ mặt bằng của các mạng lưới;
- làm quen với dây chuyền công nghệ sản xuất để biết về việc sử dụng và thải nước của các máy móc công nghệ;
- chọn vị trí để lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu lý - hóa, vi sinh vật cũng như vị trí đo lưu lượng nước thải;
- làm sáng tỏ và có kết luận chung về tình trạng vệ sinh của xí nghiệp.

Có thể xác định lưu lượng và các chỉ tiêu hóa học theo công nghệ nhưng phải biết nhiều yếu tố, phải có nhiều số liệu nên rất phức tạp.

Ở mỗi xí nghiệp thường có hai tài liệu:

1) Tổng mặt bằng các xí nghiệp hoặc vị trí các phân xưởng sản xuất với mạng lưới thoát nước bên ngoài. Ở đó có các vị trí giếng thăm, miệng xả nước thải từ phân xưởng và vị trí cống xả ra sông hồ hoặc mạng lưới thoát nước thành phố.

2) Sơ đồ công nghệ sản xuất với các công đoạn riêng biệt, ở mỗi công đoạn đều có số liệu sơ bộ về lượng, thành phần, tính chất nước thải.

Để đánh giá chính xác tài liệu về tất cả các loại nước thải sản xuất nên gộp hai tài liệu trên thành một sơ đồ chung, như vậy mới chọn đúng các vị trí đo lưu lượng và lấy mẫu phân tích hóa lý.

Trên cơ sở đo lưu lượng theo các giờ trong ngày đêm sẽ xác định được lưu lượng lớn nhất, nhỏ nhất (cả thời điểm cũng như khoảng thời gian diễn ra các giá trị lưu lượng đó), xác định chu kỳ thải nước và hệ số không điều hòa. Những số liệu này rất cần để xác định dung tích và khả năng vận chuyển của các công trình làm sạch.

Để phân tích các chỉ tiêu hóa lý, nên lấy mẫu ở vị trí đo lưu lượng. Số lần lấy mẫu ít nhất là một lần trong một ca hoặc tốt nhất là mỗi giờ một lần.

Ở mỗi điểm lấy mẫu có thể có mẫu trung bình của một ca hay mẫu trung bình của một ngày. Đối với mẫu trung bình ca thì cứ 30 ph lấy mẫu một lần với dung tích nhất định như nhau và chứa chung vào một lọ hoặc chai. Đối với mẫu trung bình ngày thì cứ 1 h hoặc 2 h lấy mẫu một lần với dung tích như nhau. Có thể lấy những mẫu tỷ lệ trung bình. Đó là hỗn hợp của những mẫu lấy qua khoảng thời gian như nhau nhưng với lượng tỷ lệ với lưu lượng nước thải. Muốn vậy cần xác định sơ bộ về tỷ lệ giữa lượng nước thải cần lấy mẫu với lưu lượng nước thải. Người ta chỉ dùng những mẫu tỷ lệ trung bình khi lưu lượng và thành phần nước thải dao động quá nhiều.

Ngày nay ở nhiều nơi trên thế giới người ta đã sử dụng các máy đo tự động về lưu lượng và một số chỉ tiêu lý hóa của nước thải, hoặc các máy tự động lấy mẫu thay cho người. Dù cho có phương pháp lấy mẫu tự động hay phải có người thường trực, thì hỗn hợp mỗi mẫu trung bình ở mỗi điểm phải lấy ít nhất là 10 l mới đủ để phân tích hóa học.

Khi bắt đầu vào phân tích phải biết áng chừng về thành phần định tính và định lượng của mẫu nước. Nếu chưa biết thì chưa nên phân tích, sẽ uống công vô ích, các số liệu thu được sau phân tích hóa học nhất thiết phải so sánh kiểm tra với công nghệ sản xuất vì nếu không sẽ cho các số liệu quá sai.

Số lượng các chỉ tiêu cần phân tích tùy thuộc vào mục đích phân tích, có thể có ba mục đích sau:

1) Phân tích nước thải công nghiệp để xác định thành phần và chọn phương pháp xử lý.

2) Phân tích nước sông ở trên và dưới miệng xả nước thải để làm sáng tỏ ảnh hưởng việc xả nước thải đối với nước sông, xác định điểm xáo trộn hoàn toàn, khả năng tự làm sạch của sông và khoảng cách vùng bị nhiễm bẩn.

3) Phân tích kiểm tra sự làm việc của các công trình xử lý, hiệu suất công tác của các công trình hoặc mức độ cần thiết làm sạch.

Ngoài ra khối lượng phân tích còn phụ thuộc vào công nghệ sản xuất và đặc điểm của nó. Những chất bẩn đặc trưng trong thành phần nước thải được chia ra thành những chất dễ thay đổi, những chất không thay đổi hoặc những chất cần cố định khi bảo quản chuyên chở mẫu nước. Những phương pháp phân tích hóa học nước đã trình bày ở những tài liệu giáo trình riêng.

Trên cơ sở các số liệu khảo sát phân tích, người ta sẽ phân biệt được các loại nước thải, khối lượng, thành phần, tính chất của nó, xác định mức độ cần thiết xử lý, chọn các phương pháp và sơ đồ công nghệ xử lý nước thải. Cần ghi nhớ rằng, ở đâu và loại nước thải nào có thể dùng lại hoặc dùng trong hệ thống cấp nước tuần hoàn thì phải ưu tiên trước. Phải chọn phương pháp xử lý sao cho có khả năng dùng lại các chất quý trong nước thải một cách hợp lý nhất.

2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

Để xử lý nước thải công nghiệp người ta dùng các phương pháp như khi xử lý nước thải sinh hoạt. Ngoài ra còn dùng các phương pháp hóa học, hóa lý học như trong công nghệ xử lý nước thiên nhiên và công nghệ hóa học.

2.2.1. Phương pháp xử lý cơ học

Phương pháp này thường là giai đoạn sơ bộ, ít khi là giai đoạn kết thúc quá trình xử lý nước thải sản xuất. Phương pháp này dùng để loại các tạp chất không tan (còn gọi là các tạp chất cơ học) trong nước. Các tạp chất này có thể ở dạng vô cơ hay hữu cơ.

Các phương pháp cơ học thường dùng là: lọc qua lưới; lắng; xyclon thủy lực; lọc qua lớp vật liệu cát và quay ly tâm.

2.2.2. Phương pháp hóa học và hóa lý học

Phương pháp này được dùng để thu hồi các chất quý hoặc để khử các chất độc hoặc các chất ảnh hưởng xấu đối với giai đoạn làm sạch sinh hóa sau này.

Cơ sở của các phương pháp hóa học là các phản ứng hóa học, các quá trình lý hóa diễn ra giữa chất bẩn với hóa chất cho thêm vào. Những phản ứng diễn ra có thể là phản ứng oxi hóa - khử, các phản ứng tạo chất kết tủa hoặc các phản ứng phân hủy chất độc hại. Các phương pháp hóa học là oxi hóa, trung

hòa và keo tụ (hay còn gọi là đông tụ keo). Thông thường đi đôi với trung hòa có kèm theo quá trình keo tụ và nhiều hiện tượng vật lý khác.

Phương pháp ozon hóa cũng thuộc loại phương pháp hóa học. Đó là phương pháp xử lý nước thải có chứa các chất bẩn hữu cơ dạng hòa tan và keo bằng ozon. Đặc tính của ozon là có khả năng oxi hóa rất cao, dễ dàng nhường oxi nguyên tử hoạt tính cho các tạp chất hữu cơ.

Phương pháp điện hóa học cũng thuộc phương pháp hóa học. Thực chất của phương pháp này là phá hủy các tạp chất độc hại trong nước thải hoặc trong dung dịch bằng cách oxi hóa điện hóa trên điện cực anốt; hoặc cũng có thể phục hồi các chất quý (như đồng, sắt,...) rồi đưa về dùng lại trong sản xuất. Thông thường hai nhiệm vụ phân hủy chất độc hại và thu hồi chất quý được giải quyết đồng thời.

Nhờ các quá trình oxi hóa - khử mà các chất bẩn độc hại được biến thành các chất không độc, một phần ở dạng lắng cặn, phần ở dạng khí dễ bay hơi. Vì vậy để khử các chất độc hại trong nước thải thường phải dùng nhiều phương pháp nối tiếp: oxi hóa - lắng cặn và hấp phụ, tức là hóa học - cơ học và hóa lý học.

Những phương pháp hóa lý để xử lý nước thải công nghiệp đều dựa trên cơ sở ứng dụng các quá trình: keo tụ, hấp phụ, trích ly, bay hơi, tuyển nổi, trao đổi ion, tinh thể hóa, dializ (dùng màng bán thấm), cô đặc, khử hoạt tính phóng xạ, khử khí, khử màu,...

Keo tụ là làm trong và khử màu nước thải bằng cách dùng các chất keo tụ (phèn) và các chất trợ keo tụ để liên kết các chất bẩn ở dạng lơ lửng và keo thành những bông có kích thước lớn hơn. Những bông đó khi lắng xuống kéo theo các chất không tan lẫn mạn cùng lắng theo.

Hấp phụ - tách các chất hữu cơ và khí hòa tan khỏi nước thải bằng cách tập trung các chất đó trên bề mặt chất rắn (chất hấp phụ) hoặc bằng cách tương tác giữa các chất bẩn hòa tan với các chất rắn (hấp phụ hóa học).

Trích ly - tách các chất bẩn hòa tan khỏi nước thải bằng dung môi nào đó nhưng với điều kiện dung môi đó không tan trong nước và độ hòa tan chất bẩn trong dung môi cao hơn trong nước. Ví dụ, lượng phenol tan trong butylaxetat lớn hơn gấp 12 lần so với khi tan trong nước.

Chưng bay hơi là chưng nước thải để các chất hòa tan trong đó cùng bay lên theo hơi nước. Ví dụ, người ta chưng nước thải của nhà máy hóa cốc cho phenol bay đi theo hơi nước.

Tuyển nổi là loại các tạp chất bẩn ra khỏi nước bằng cách tạo cho chúng khả năng dễ nổi lên mặt nước. Muốn vậy người ta cho vào nước chất tuyển nổi

hoặc tác nhân tuyến nổi để thu hút và kéo các chất bẩn nổi lên mặt nước, sau đó loại hỗn hợp chất bẩn và chất tuyến nổi ra khỏi nước. Khi tuyến nổi người ta thường dùng các bọt khí nhỏ ly ty, phân tán và bão hòa trong nước. Những hạt chất bẩn chứa trong nước (dầu, sợi giấy, xenluloza, len...) sẽ dính vào các bọt không khí và cùng các bọt không khí nổi lên mặt nước, rồi được loại khỏi nước.

Trao đổi ion là phương pháp thu hồi các cation và anion bằng các chất trao đổi ion (ionit) các chất trao đổi ion là các chất rắn trong thiên nhiên hoặc vật liệu nhựa nhân tạo. Chúng không hòa tan trong nước và trong dung môi hữu cơ, có khả năng trao đổi ion. Phương pháp trao đổi ion cho phép thu được những chất quý trong nước thải vì cho hiệu suất xử lý khá cao.

Tinh thể hóa là phương pháp loại các chất bẩn khỏi nước ở trạng thái tinh thể.

Dializ - màng bán thấm là phương pháp tách các chất tan khỏi các hạt keo bằng cách dùng các màng bán thấm. Đó là các màng xốp đặc biệt không cho các hạt keo đi qua.

Ngoài các phương pháp hóa lý kể trên, để xử lý - khử các chất bẩn trong nước thải người ta còn dùng các phương pháp như: khử chất phóng xạ, khử khí, khử mùi, khử muối trong nước thải.

2.2.3. Phương pháp sinh hóa

Phương pháp này thường dùng để loại các chất phân tán nhỏ, keo và hòa tan hữu cơ (đôi khi cả vô cơ) khỏi nước thải. Phương pháp này dựa vào khả năng sống của vi sinh vật. Chúng sử dụng các chất hữu cơ có trong nước thải làm nguồn dinh dưỡng như cacbon, nitơ, photpho, kali,...

Trong quá trình dinh dưỡng các vi sinh vật sẽ nhận các chất để xây dựng tế bào và sinh năng lượng nên sinh khối của nó tăng lên.

Người ta phân biệt hai giai đoạn, chúng diễn ra với tốc độ khác nhau:

- giai đoạn hấp phụ các chất phân tán nhỏ, keo và hòa tan (dạng hữu cơ và vô cơ) lên bề mặt tế bào vi sinh vật;

- giai đoạn phân hủy các chất đã hấp phụ và qua màng vào trong tế bào vi sinh vật. Đó là các phản ứng hóa sinh (oxi hóa và khử).

Tất cả các phương pháp xử lý nước thải đã trình bày ở trên có thể phân ra hai nhóm: nhóm các phương pháp phục hồi và nhóm các phương pháp phân hủy. Đa số các phương pháp hóa lý được dùng để thu hồi các chất quý trong nước thải và thuộc nhóm các phương pháp phục hồi. Còn các phương pháp hóa học và sinh học thuộc nhóm các phương pháp phân hủy. Gọi là phân hủy vì các chất bẩn trong nước thải sẽ bị phân hủy chủ yếu theo các phản ứng oxi hóa và

một ít theo các phản ứng khử. Các sản phẩm tạo thành sau khi phân hủy sẽ được loại khỏi nước thải ở dạng khí, cặn lắng hoặc còn lại trong nước nhưng không độc.

Những phương pháp phục hồi và cả phương pháp hóa học thường chỉ dùng để xử lý các loại nước thải đậm đặc riêng biệt còn đối với các loại nước loãng với khối lượng nhiều thì dùng những phương pháp đó không hợp lý.

Nước thải công nghiệp sau khi xử lý bằng phương pháp sinh hóa có thể xả ra nguồn sông hồ nếu đảm bảo được các tiêu chuẩn vệ sinh và nuôi cá. Nhiều khi có thể dùng lại được trong các dây chuyền sản xuất.

Hỗn hợp nước thải sinh hoạt và sản xuất có thể xử lý bằng phương pháp sinh hóa nhưng trước đó phải qua xử lý sơ bộ bằng phương pháp cơ học. Có thể xử lý sơ bộ chung hoặc riêng đối với từng loại nước thải đó.

Nhất thiết phải xử lý sơ bộ riêng nếu nước thải sản xuất chứa chủ yếu là các chất bẩn vô cơ hoặc chúng phải qua xử lý sơ bộ bằng các phương pháp hóa lý. Việc tính toán những công trình xử lý cơ học riêng biệt đối với nước thải sản xuất và nước thải sinh hoạt được thực hiện theo các chỉ dẫn thiết kế thoát nước bên ngoài của các xí nghiệp công nghiệp. Trong đó còn phải xét đến hiện tượng dao động lưu lượng và nồng độ nước thải, và phải đặt các bể điều hòa nếu cần thiết.

Việc xử lý hỗn hợp nước thải sinh hoạt và sản xuất bằng phương pháp cơ học chỉ có lợi khi nước thải sản xuất tương tự nước thải sinh hoạt, chứa chủ yếu là các chất hữu cơ dễ bị oxi hóa, không đòi hỏi phải xử lý sơ bộ đặc biệt gì. Đôi khi phải dùng nước thải sinh hoạt để pha loãng nước thải sản xuất, tạo điều kiện cho quá trình sinh hóa sau đó diễn ra bình thường.

Nếu sau khi xử lý bằng phương pháp sinh hóa mà vẫn không đáp ứng yêu cầu vệ sinh và nuôi cá thì người ta còn phải xử lý triệt để bằng một trong những phương pháp như: lọc qua vật liệu cát, hấp phụ bằng than hoạt tính, ozon hóa, tuyển nổi hoặc sinh hóa (khử nitrat),...

Bảng 2.1 biểu thị hiệu suất xử lý có thể đạt được bằng các phương pháp khác nhau tính theo phần trăm.

Bảng 2.1. Hiệu suất xử lý nước thải công nghiệp (%)

Phương pháp xử lý	Theo chất kỵ lửng	Theo NCS (BOD)
Cơ học (lọc qua lưới, lắng, quay ly tâm)	50-90	30-35
Hỗn hợp	90	0-40
Hóa lý học	90	50-75
Sinh hóa	95	90-95

Đối với các loại nước thải không thể dùng phương pháp trên để xử lý hoặc không lợi về kinh tế kỹ thuật thì có thể dùng các phương pháp cô đặc, nung, đốt cháy hay bơm sâu xuống lòng đất qua các giếng khoan.

Cô đặc các dung dịch được dùng để thu hồi các sản phẩm hàng hóa (như trong công nghiệp chế biến hóa chất) hoặc để giảm dung tích nước bẩn (các loại nước bẩn chứa chất phóng xạ trong công nghiệp nguyên tử).

Đốt cháy được dùng để khử các chất độc hữu cơ. Ngày nay ở nhiều nước đã dùng phương pháp "nung đốt" tức là oxy hóa nước thải đậm đặc bằng oxy của không khí ở nhiệt độ 300°C và áp suất 100 at. Phương pháp này sẽ kinh tế nếu thu hồi và tận dụng nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy các chất.

Khử hoạt tính nước thải chứa các chất phóng xạ bằng cách chứa trong các bể, đầm, hồ trong một thời gian trước khi xả ra nguồn nếu các chất đó có chu kỳ phân hủy ngắn, hoặc loại chúng cùng chất lơ lửng của nước thải nếu chúng có chu kỳ phân hủy dài.

Nhìn chung khi chọn các phương pháp xử lý nước thải công nghiệp phải căn cứ vào đặc điểm về khối lượng, chất lượng của chúng và các điều kiện địa phương khác.

Trong mọi trường hợp phải chọn phương pháp xử lý và sử dụng nước thải một cách hiệu quả nhất, kinh tế nhất về xây dựng và quản lý.

2.2.4. Chế biến và sử dụng cặn trong nước thải công nghiệp

Khi xử lý nước thải sản xuất sẽ tạo ra một lượng lớn cặn hữu cơ, vô cơ. Những loại cặn đó phải được xả đi và được chế biến để sử dụng.

Thành phần và tính chất các loại cặn rất khác nhau. Đối với cặn vô cơ thì không bị thối rửa. Còn các loại cặn hữu cơ thì có độ ẩm rất cao và dễ bị phân hủy. Tùy theo thành phần và tính chất của cặn mà chọn phương pháp xử lý và chế biến thích hợp. Độ ẩm và khả năng nhả nước của cặn là những yếu tố quan trọng nhất vì nó quyết định các chỉ tiêu kinh tế của từng phương pháp xử lý.

Cặn vô cơ thường tàng trữ trong các đầm, hồ hoặc khu đất trống gọi là sân chứa cặn. Khi chọn vị trí của sân chứa cặn phải xét khả năng gây nhiễm bẩn nguồn nước ngầm.

Để làm khô cặn hữu cơ người ta thường xây dựng các sân phơi với nền để thấm nước hoặc đặt các ống ngầm có lỗ hút nước.

Ở nhiều xí nghiệp do khu đất hẹp không đủ để xây dựng sân phơi bùn - cặn hoặc do điều kiện vệ sinh người ta đã dùng những biện pháp xử lý cặn tiên tiến như phương pháp cơ học: làm khô cặn trên máy ép lọc chân không, máy quay ly tâm. Nhờ những phương pháp này nên lượng nước trong cặn giảm được 50-70%. Để tăng nhanh quá trình làm khô cặn người ta xử lý bằng các

chất đông tụ.

Sau khi chế biến, cặn có thể sử dụng làm vật liệu lọc (cặn của công nghiệp luyện kim), dùng làm chất trung hòa hoặc keo tụ các loại nước thải khác. Cặn hữu cơ sau khi xử lý là chất bón ruộng rất quý hoặc có thể dùng làm nhiên liệu đốt lò nhất là cặn chứa các chất như dầu hoặc dung môi hữu cơ.

Chương 3

ĐIỀU HÒA LƯU LƯỢNG VÀ NỒNG ĐỘ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

3.1. ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ BIẾN ĐỔI LƯU LƯỢNG VÀ NỒNG ĐỘ

Lưu lượng, thành phần tính chất nước thải của các xí nghiệp công nghiệp tùy thuộc vào dây chuyền sản xuất, loại nguyên liệu sử dụng và thành phẩm, thường không đều theo các giờ trong ngày đêm. Sự dao động lưu lượng, nồng độ nước thải sẽ dẫn đến những hậu quả tai hại về chế độ công tác của mạng lưới và các công trình xử lý, đồng thời gây tốn kém nhiều về xây dựng và quản lý. Khi lưu lượng dao động thì rõ ràng phải xây dựng mạng lưới bên ngoài với tiết diện ống hoặc kênh lớn hơn vì phải ứng với lưu lượng giờ lớn nhất. Ngoài ra điều kiện công tác về mặt thủy lực sẽ kém đi. Nếu lưu lượng nước thải chảy đến trạm bơm thay đổi thì dung tích bể chứa, công suất máy bơm, tiết diện ống đẩy cũng phải lớn hơn.

Khi lưu lượng, nồng độ nước thải thay đổi thì kích thước các công trình (các bể lắng, bể trung hòa và các công trình xử lý sinh học) cũng phải lớn hơn; chế độ làm việc của chúng mất ổn định. Chẳng hạn bể lắng tính với lưu lượng trung bình giờ thì sẽ làm việc kém khi lưu lượng lớn hơn, ngược lại nếu tính theo lưu lượng giờ lớn nhất thì giá thành công trình sẽ đắt hơn. Nếu nồng độ các chất bẩn trong nước thải chảy vào các công trình xử lý sinh học đột ngột tăng lên nhất là các chất độc hại đối với vi sinh vật thì có thể làm cho công trình hoàn toàn mất tác dụng.

Các công trình xử lý bằng phương pháp hóa học sẽ làm việc rất kém khi lưu lượng, nồng độ thay đổi hoặc muốn làm việc tốt thì thường xuyên phải thay đổi nồng độ hóa chất cho vào. Điều này đặc biệt khó khăn khi điều kiện tự động hóa chưa cho phép. Kết quả sau khi ra khỏi công trình xử lý nước thải hoặc chưa được làm sạch hoàn toàn hoặc là còn chứa một lượng hóa chất dư nào đó.

Vì vậy để mạng lưới thoát nước và các công trình xử lý nước thải làm việc bình thường với hiệu suất cao và kinh tế phải xây dựng các bể điều hòa lưu lượng và nồng độ nước thải.

3.2. PHÂN LOẠI VÀ VỊ TRÍ CÁC BỂ ĐIỀU HÒA

a) Theo chức năng người ta phân biệt: các bể điều hòa lưu lượng, các bể

điều hòa nồng độ hoặc đồng thời điều hòa lưu lượng, nồng độ nước thải. Bể điều hòa lưu lượng nên đặt ở gần nơi tạo ra nước thải, bể điều hòa nồng độ (với lưu lượng ít hoặc không thay đổi) có thể đặt trong phạm vi trạm xử lý. Khi đó trong sơ đồ dây chuyền công nghệ trạm xử lý, bể điều hòa có thể đặt sau bể lắng nếu nước thải chứa một lượng lớn các tạp chất không tan vô cơ, có độ lớn thủy lực từ 4-5 mm/s trở lên, kích thước các hạt $d \geq 0,2$ mm hoặc đặt ở trước bể lắng nếu nước thải chứa chủ yếu là các chất bẩn không tan hữu cơ. Nếu trong sơ đồ trạm xử lý có bể trộn (với hóa chất) thì nên đặt bể điều hòa trước bể trộn.

b) Theo chế độ hoạt động người ta phân biệt: bể điều hòa hoạt động gián đoạn theo chu kỳ, bể điều hòa hoạt động liên tục. Bể điều hòa hoạt động gián đoạn theo chu kỳ là những bể chứa (phải có ít nhất hai bể) trong đó khi một bể tích lũy nước thì bể kia xả nước đi và ngược lại.

c) Theo nguyên tắc chuyển động của nước, các bể điều hòa hoạt động liên tục lại được chia ra: bể điều hòa làm việc theo nguyên tắc đẩy (chế độ chảy tầng) và bể điều hòa làm việc theo nguyên tắc xáo trộn (chế độ chảy rối).

d) Các bể làm việc theo nguyên tắc xáo trộn lại được chia ra: với xáo trộn cưỡng bức (bằng máy hướng trục, máy cánh quạt, bằng khí nén hoặc bằng bơm ly tâm) và bể xáo trộn tự nhiên nhờ gió thổi hoặc nhờ khuếch tán do sự khác nhau về nhiệt độ, tỷ trọng, nồng độ của các loại nước chảy tới.

3.3. TÍNH TOÁN VÀ CẤU TẠO MỘT SỐ LOẠI BỂ ĐIỀU HÒA

Tính toán các bể điều hòa là xác định dung tích, kích thước của chúng. Để xác định được dung tích phải chọn được thời gian điều hòa cần thiết hay còn gọi là thời gian trung bình nước lưu lại trong bể.

Để chọn được thời gian điều hòa cần thiết người ta phải dựa vào biểu đồ thay đổi lưu lượng, nồng độ nước thải và yêu cầu mức độ điều hòa nồng độ nước thải.

3.3.1. Chọn thời gian điều hòa nồng độ nước thải hay thời gian trung bình nước lưu lại trong bể

Hiệu suất điều hòa nồng độ tùy thuộc vào thời gian điều hòa hay thời gian nước lưu lại trong bể tức là tùy thuộc dung tích bể. Để đánh giá đặc tính các dòng chảy người ta phải biết mỗi phần tử chất lỏng lưu lại trong bể điều hòa trong khoảng thời gian bao lâu. Đó là thời gian kể từ lúc phần tử bắt đầu chảy vào bể tới lúc nó xuất hiện ở dòng chảy ra khỏi bể.

Đối với các bể điều hòa làm việc theo nguyên tắc đẩy lý tưởng thì tất cả các phần tử chất lỏng có thời gian lưu lại trong đó như nhau. Ngược lại đối với bể điều hòa làm việc theo nguyên tắc xáo trộn lý tưởng thì thời gian lưu lại của

tất cả các phần tử sẽ khác nhau và là đại lượng thay đổi từ 0 tới ∞ .

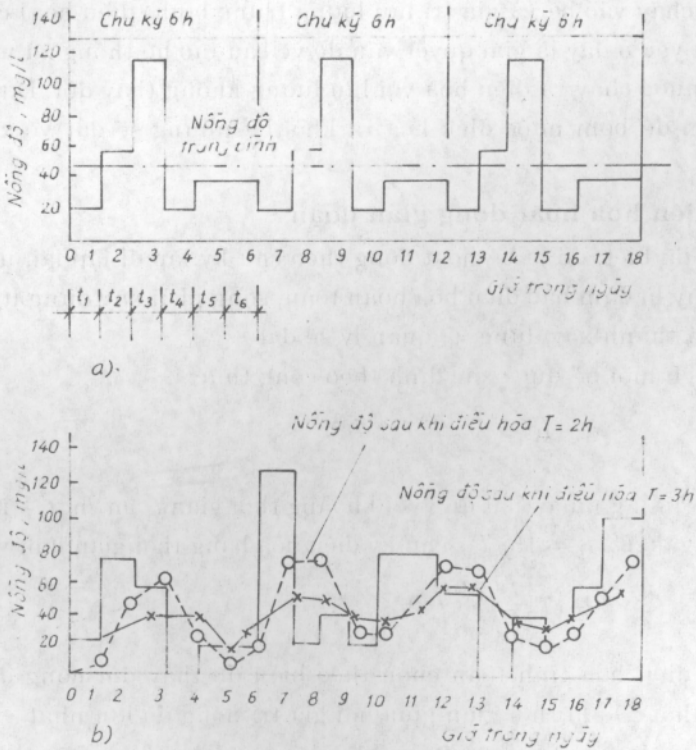
Sự thay đổi lưu lượng và nồng độ (theo thời gian) của nước thải các xí nghiệp tùy thuộc vào công nghệ sản xuất, loại nguyên liệu, sản phẩm, ... Sự thay đổi đó theo chu kỳ lặp đi lặp lại hoặc cũng có thể mất trật tự hỗn loạn không theo qui luật nào.

Nếu nồng độ nước thải không thay đổi hoặc ít thay đổi theo thời gian nhưng lưu lượng thay đổi theo các giờ trong ca, trong ngày đêm thì phải xây dựng bể điều hòa lưu lượng.

Nếu lưu lượng không hoặc ít thay đổi nhưng nồng độ thay đổi theo các giờ thì phải xây dựng bể điều hòa nồng độ, ở đây nồng độ thay đổi theo chu kỳ lặp đi lặp lại hoặc thay đổi hỗn loạn.

Thông thường đối với nước thải các xí nghiệp công nghiệp, sự thay đổi lưu lượng, nồng độ diễn ra một cách hỗn loạn.

Thời gian điều hòa cần thiết T được xác định theo biểu thay đổi lưu lượng và nồng độ chất bẩn trong nước thải. Hình 3.1 là ví dụ về biểu đồ thay đổi nồng



Hình 3.1. Đồ thị dao động nồng độ nước thải:
a- dao động theo chu kỳ; b- dao động không theo chu kỳ

độ nước thải vào bể.

Nếu nồng độ thay đổi theo chu kỳ (h.3.1a) thì thời gian điều hòa tính toán T chọn bằng chu kỳ đó.

Nếu nồng độ thay đổi hỗn loạn thì chọn thời gian điều hòa cần thiết bằng khoảng thời gian giữa hai giá trị nồng độ tối đa (chính xác hơn là giữa hai giá trị tối đa của tích giữa lưu lượng và nồng độ). Ngoài ra còn phải kể đến mức độ yêu cầu điều hòa nồng độ, nếu nồng độ chất bẩn trong nước ra khỏi bể cao hơn giá trị cho phép thì phải tăng thời gian điều hòa lên. Ví dụ, trong hình 3.1b, nếu với thời gian điều hòa 2 h, nồng độ lớn nhất sau khi điều hòa là 80 mg/l vượt quá giá trị cho phép (70 mg/l), nhưng nếu tăng thời gian điều hòa lên 3h thì nồng độ lớn nhất sau khi điều hòa là 60 mg/l < 70 mg/l, tức là đạt yêu cầu.

3.3.2. Các bể điều hòa lưu lượng

Chế độ công tác và tính toán các bể điều hòa lưu lượng không khác gì bể chứa của trạm bơm. Để tính toán những bể này người ta dựng biểu đồ lưu lượng nước chảy vào bể và giá trị lưu lượng trung bình (điều hòa) chảy ra khỏi bể. Điều cốt yếu ở đây là giải quyết vấn đề về cấu tạo hệ thống xả nước khỏi bể để sao cho nước chảy ra điều hòa với lưu lượng không thay đổi. Đơn giản nhất là dùng bơm để bơm nước điều hòa ra khỏi bể nhưng sẽ đắt về xây dựng và quản lý.

3.3.3. Bể điều hòa hoạt động gián đoạn

Như ta đã biết, đó là bể hoạt động theo chu kỳ lặp đi lặp lại, ưu điểm của những bể này là đảm bảo điều hòa hoàn toàn, song phải xây dựng ít nhất là hai bể tức là giá thành xây dựng và quản lý sẽ đắt.

Dung tích mỗi bể được xác định theo công thức:

$$W = \sum_{i=1}^T q_i t_i \quad (3.1)$$

trong đó q_i - lượng nước thải ứng với khoảng thời gian t_i , m³/h; t_i - khoảng thời gian với nồng độ C_i , $t_i = 1$ h; T - chu kỳ điều hòa bằng thời gian làm việc của bể:

$$T = \sum_{i=1}^{i=n} t_i \text{ h.}$$

Chu kỳ điều hòa tính toán chọn theo biểu đồ thay đổi nồng độ chất bẩn trong nước thải. Đó là thời gian giữa hai giá trị nồng độ lớn nhất.

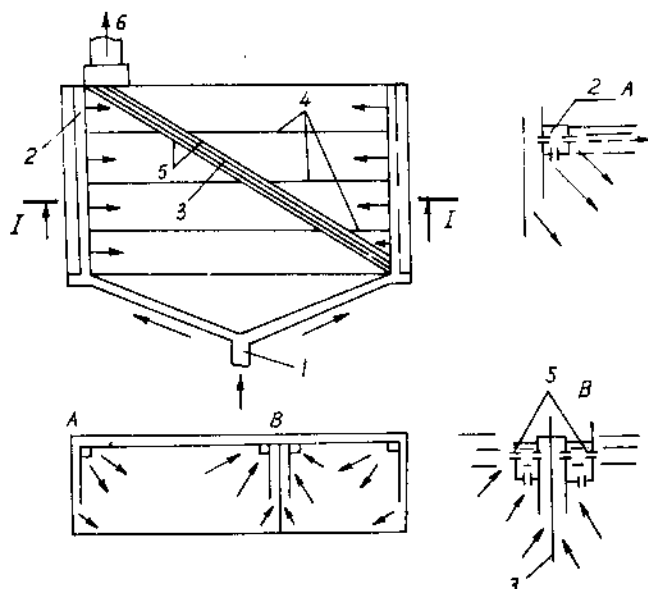
Nồng độ chất bẩn trong nước ra khỏi bể xác định theo công thức

$$C_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^T C_i q_i}{W} \quad (3.2)$$

trong đó C_{TB} - nồng độ trung bình của chất bẩn trong nước thải ra khỏi bể điều hòa, mg/l; C_i - nồng độ chất bẩn trong nước thải chảy vào bể điều hòa trong các giờ thứ t_i , mg/l.

Để làm đồng đều nồng độ trong bể người ta có thể dùng các thiết bị xáo trộn cưỡng bức (cơ giới hoặc dùng khí nén) hoặc tự nhiên. Do phải xây dựng ít nhất là hai bể cho nên loại bể này chỉ sử dụng ở những nơi lưu lượng nước thải ít.

3.3.4. Bể điều hòa hoạt động liên tục



Hình 3.2. Bể điều hòa hình chữ nhật của Vanhiakin D.M.:

- 1- kênh dẫn nước thải; 2- máng phân phối; 3- tường chéo ngăn đôi;
- 4- tường đứng - dọc hướng dòng; 5- máng thu nước; 6- kênh dẫn nước ra

3.3.4.1. Bể điều hòa làm việc theo nguyên tắc đẩy (của Vanhiakin D.M.)

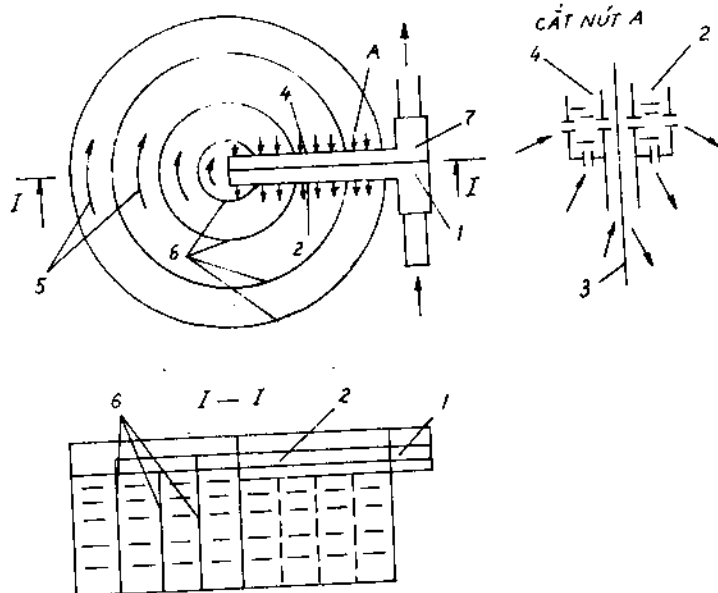
Bể có dạng chữ nhật trên mặt bằng với đáy phẳng (h.3.2) được chia hai phần bằng nhau hình tam giác bởi đường chéo. Mỗi hình tam giác lại chia làm nhiều hành lang có chiều rộng bằng nhau nhờ các tường ngăn dọc để định hướng cho nước chảy. Những máng phân phối nước được đặt ở hai tường đối diện của bể chữ nhật. Những máng thu đặt ở đường chéo bể. Nước thải chảy vào mỗi phần tam giác của bể với lưu lượng bằng nhau và phân phối đều theo hành lang tức là chuyển động dọc theo hành lang với tốc độ không đổi.

Ngoài bể điều hòa chữ nhật, Vanhiakin D.M. còn dùng một loại bể hình tròn trên mặt bằng (h.3.3).

Dung tích cần thiết của bể điều hòa xác định theo công thức:

$$W = \frac{Q}{1,4} = \frac{qT}{1,4}, \quad (3.3)$$

trong đó Q - lưu lượng nước chảy vào bể trong suốt thời gian điều hòa tính toán T giờ, m^3 ; q - lưu lượng trung bình giờ của nước thải chảy vào hoặc ra khỏi bể, m^3/h ; 1,4 - hệ số thực nghiệm hay hệ số dự trữ.



Hình 3.3. Kiểu bể điều hòa tròn của Vanhiakin DM:
1- dẫn nước vào; 2- máng phân phối nước; 3- tường ngăn; 4- máng thu nước;
5- hướng nước chảy; 6- tường hướng dòng; 7- xả nước ra

Nồng độ nước thải sau khi điều hòa cũng xác định theo công thức (3.2).

Chiều sâu của bể thường chọn 2 - 4m.

3.3.4.2. Bể điều hòa theo nguyên tắc xáo trộn

Việc xáo trộn nước thải sẽ nhờ những thiết bị khác nhau, như thổi khí nén, máy trộn cơ giới hoặc đặt các tường ngăn vuông góc với dòng chảy, hoặc dẫn nước vào theo kiểu tiếp tuyến, dùng máy bơm. Việc dùng khí nén để khuấy trộn nước thải có nhiều ưu điểm hơn so với các thiết bị khác là: không đòi hỏi thường xuyên phải kiểm tra kỹ thuật thiết bị khuấy trộn vì phân phối khí nén qua hệ thống ống châm lỗ đồng thời có thể kết hợp trạm thổi không khí chung của trạm xử lý.

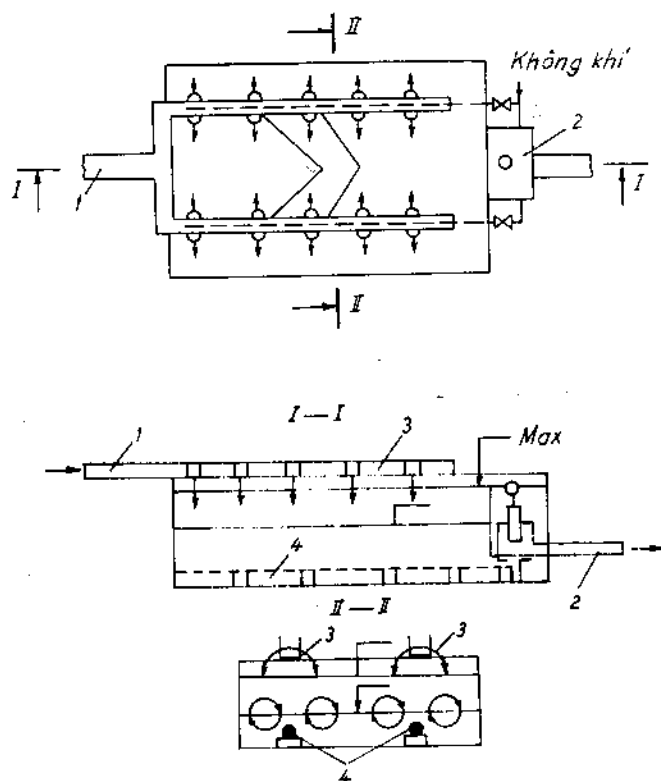
Hiện nay cho phép sử dụng loại ống bằng chất dẻo vừa rẻ tiền vừa chống được ăn mòn của nước thải.

Đối với nước thải chứa các chất lơ lửng dùng không khí nén để khuấy trộn sẽ tránh được hiện tượng lắng cặn.

Khi thổi không khí nén vào sẽ làm cho các chất bẩn dễ bay hơi bay đi một phần hoặc thậm chí toàn phần.

Dùng không khí nén để khuấy trộn nước thải chứa các chất bẩn hữu cơ sẽ tạo điều kiện tốt cho quá trình xử lý sau đó. Cụ thể là những chất bẩn (dễ bị oxy hóa) sẽ bị oxy hóa một phần hoặc toàn phần, làm thoáng sơ bộ trong bể điều hòa, hiệu suất lắng nước thải sau đó sẽ cao hơn, nước thải chứa nhiều oxy hòa tan hơn.

Hình 3.4 là sơ đồ bể điều hòa dùng khí nén. Nước được phân phối vào bể nhờ các cửa sổ ở máng đặt dọc theo chiều dài bể. Không khí được phân phối qua hệ thống ống châm lỗ với đường kính 5mm, cách nhau 3-5cm. Đặt ống dọc theo bể và nằm trên các tấm đỡ cách đáy 7 - 10 cm: nước vào với lưu lượng,



Hình 3.4. Bể điều hòa với thổi khí nén:

- 1- dẫn nước vào; 2- hệ thống xả nước; 3- máng có cửa sổ phân phối nước;
- 4- ống phân phối khí có lỗ

nồng độ thay đổi sẽ được khuấy đều với lượng nước trong bể. Sau khoảng thời gian điều hòa nhất định nhờ hệ thống xả ở cuối bể, lưu lượng và nồng độ nước thải ra được điều hòa. Dung tích bể điều hòa W xác định theo điều kiện vừa điều hòa lưu lượng vừa điều hòa nồng độ nước thải:

$$W = W_{dh} + W_{min} \quad (3.4)$$

trong đó W_{dh} - dung tích cần thiết để điều hòa lưu lượng nước thải, xác định theo biểu đồ nước đến giống như bể chứa trạm bơm, m^3 ; W_{min} - dung tích cần thiết để điều hòa nồng độ nước thải:

$$W_{min} = QT, m^3, \quad (3.5)$$

ở đây Q - lưu lượng giờ trung bình của nước thải, m^3/h ; T - thời gian điều hòa cần thiết, h.

Nồng độ nước sau khi ra khỏi bể điều hòa ở từng thời điểm có thể xác định theo công thức

$$\bar{C}_{t+1} = \frac{C_t q_t [1 - e^{-(Qt)/W_{t+1}}] + \bar{C}_t \cdot Q \cdot e^{-(Qt)/W_{t+1}}}{Q} \quad (3.5a)$$

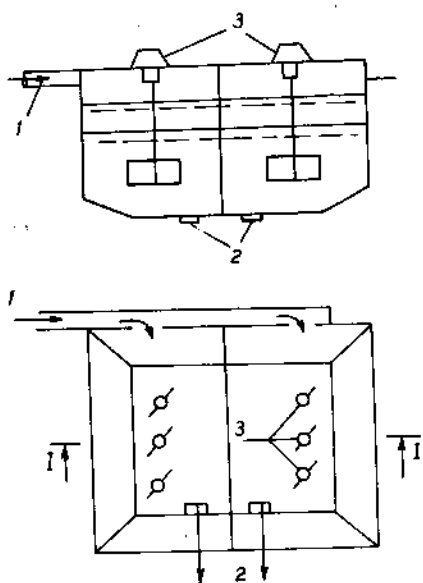
trong đó Q - lưu lượng giờ trung bình của nước thải, m^3/h ; $\bar{C}_t, \bar{C}_{t+1}$ - nồng độ sau khi ra khỏi bể ở thời điểm t và $t + 1$, mg/l ; C_t, q_t - nồng độ và lưu lượng nước chảy vào bể trong khoảng thời gian t ($t = 1$ h), trong công nghệ xử lý nước thải tương ứng $mg/l, m^3/h$; W_{t+1} - dung tích nước trong bể ở thời điểm $t + 1$.

Lượng không khí cần thiết phải thổi vào bể điều hòa được tính:

$$Q_{kk} = n q_{kk} \cdot L, \quad (3.6)$$

trong đó Q_{kk} - lưu lượng không khí tổng cộng, m^3/h ; q_{kk} - cường độ thổi khí tính cho 1 m chiều dài ống thổi khí, thường chọn $q_{kk} = 2 m^3/mh$ đối với ống không khí tạo một dòng tuần hoàn theo mặt cắt ngang bể, $q_{kk} = 4 - 5 m^3/mh$ đối với ống tạo hai dòng tuần hoàn; L - chiều dài ống không khí bằng chiều dài bể.

Đường kính ống phân phối không khí thường chọn bằng 50 - 75 mm.



Hình 3.5. Bể điều hòa với máy khuấy:
1- dẫn nước vào; 2- dẫn nước ra; 3- máy khuấy

Khoảng cách b giữa các ống phân phối không khí tùy thuộc chiều sâu lớp nước $H_{\min}$ trong bể ở giờ lưu lượng nhỏ nhất. Thường chọn giá trị tối ưu $b = 2 - 3 H_{\min}$.

Chiều sâu lớp nước $H_{\min}$ thường chọn bằng 1 - 6 m.

Chiều rộng B và chiều dài L của bể điều hòa sẽ là:

$$B = nb \quad \text{và} \quad L = \frac{W_{\min}}{H_{\min} B}$$

Máng phân phối nước vào đặt cao hơn so với mặt nước cao nhất trong bể khoảng 20 đến 30 cm. Số ống phân phối nên chọn theo số dòng tuần hoàn trong bể.

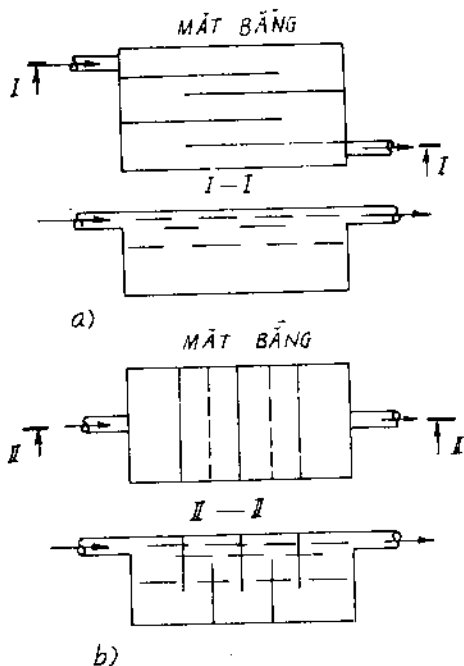
Để tăng hiệu suất điều hòa lưu lượng và nồng độ người ta có thể xây dựng bể hai bậc. Bậc một điều hòa lưu lượng và một phần nồng độ. Bậc hai tiếp tục điều hòa nồng độ.

3.3.4.3. Bể điều hòa với khuấy trộn bằng cơ giới (h. 3.5)

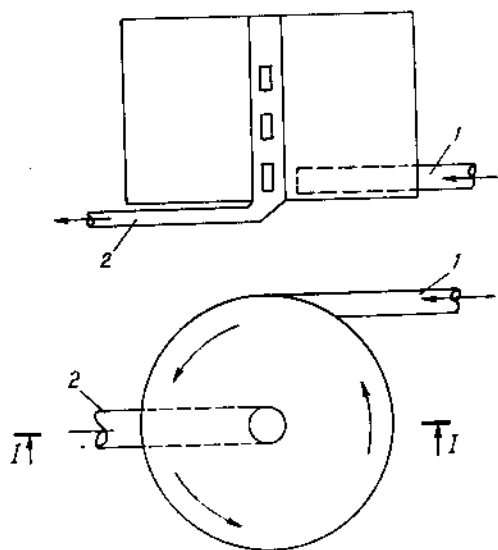
Những bể này được phổ biến khá rộng rãi ở các nước. Máy khuấy trộn có thể là hướng trục, tuốcbin hoặc cánh quạt. Những bể điều hòa với máy trộn đòi hỏi phải tiêu phí năng lượng tùy thuộc sức kháng của nước và tốc độ quay của máy. Những bể điều hòa kiểu này dùng với lưu lượng nước thải nhỏ.

3.3.4.4. Một số loại bể khác

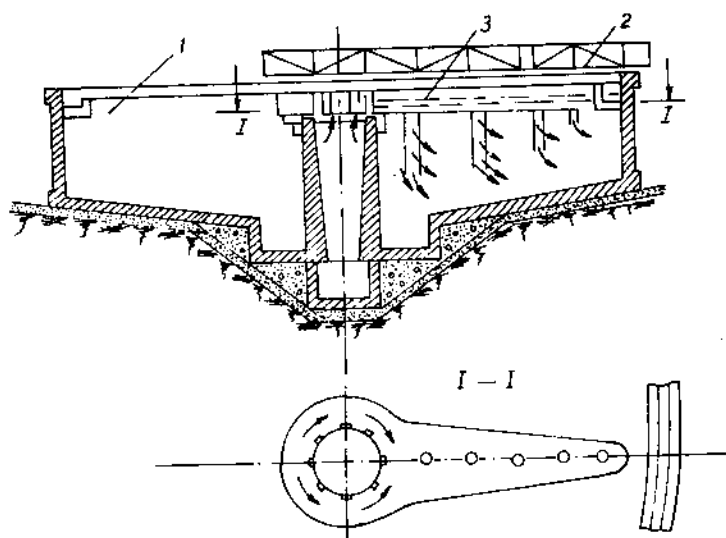
- Bể điều hòa với các tường ngăn (h. 3.6).



Hình 3.6. Bể điều hòa với tường ngăn:
a- tường dọc; b- tường ngang



Hình 3.7. Bể điều hòa dẫn nước vào kiểu tiếp tuyến: 1- dẫn nước vào; 2- xả nước ra



Hình 3.8. Bể điều hòa - bể lắng ly tâm:
1- phần lắng; 2- dàn khung di động

- Bể điều hòa dẫn nước vào theo kiểu tiếp tuyến (h. 3.7).

Nước đã điều hòa được qua các cửa sổ thu nước ở ống đứng trung tâm và xả đi nhờ ống đặt ở dưới đáy bể.

Để điều hòa nồng độ các chất bẩn hòa tan và dễ dàng xả cặn lắng người ta dùng bể điều hòa kết hợp bể lắng ly tâm (h. 3.8).

Bể gồm những phần chính sau đây: lắng - hệ khung di động với máy gạt; hệ máng phân phối có các vòi và hệ thống thu nước. Loại bể này được dùng trong trạm xử lý nước thải các xí nghiệp công nghiệp luyện kim, hóa học và giấy, v.v.

Chương 4

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC

Phương pháp cơ học được dùng để loại các tạp chất không tan khỏi nước.

Những phương pháp cơ học chủ yếu là:

- lọc qua lưới;
- lắng;
- lọc qua lớp vật liệu lọc;
- quay ly tâm hoặc xiclôn thủy lực.

Tùy thuộc tính chất các tạp chất và mức độ cần thiết làm sạch, người ta chọn một trong những phương pháp trên.

Nếu dùng lại nước sau khi xử lý trong hệ thống cấp nước sản xuất thì mức độ cần thiết làm sạch được xác định theo yêu cầu công nghệ, nếu xả thẳng ra nguồn thì theo yêu cầu vệ sinh.

4.1. LỌC QUA SONG CHẮN HOẶC LƯỚI

Tùy thuộc mức độ cần thiết loại các tạp chất không tan người ta có thể dùng song chắn hoặc lưới lọc.

Song chắn được đặt trước các công trình làm sạch hoặc có thể đặt ở những miệng xả của các phân xưởng nếu nước thải chứa tạp chất thô, dạng sợi.

Chiều rộng mỗi khe hở của song chắn được chọn theo kích thước tạp chất cơ học chứa trong nước thải, khi chọn vật liệu song chắn phải tính đến giá trị pH của nước thải.

Cấu tạo và tính toán song chắn giống như trong phần xử lý nước thải sinh hoạt [9].

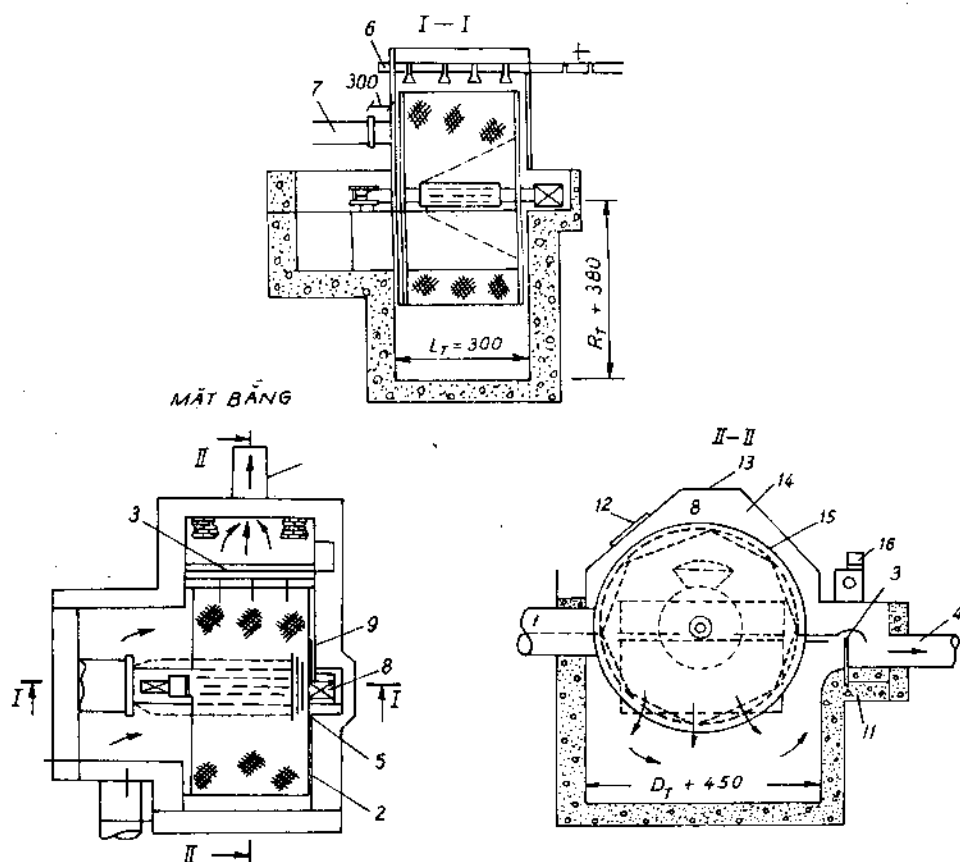
Lưới lọc: được dùng chủ yếu để thu hồi các sản phẩm quý ở dạng chất không tan trong nước thải. Lưới lọc được đặt trên các khung đỡ. Có hai loại khung: khung hình trụ hoặc khung đĩa tròn.

Khung hình trụ (h. 4.1) giống như một cái trống quay xung quanh trục nằm ngang. Ngoài khung có lưới bọc, mặt lưới có kích thước: 0,5 - 1 (mm). Nước thải được lọc qua mặt ngoài hoặc trong của lưới.

Những chất được giữ lại trên mặt lưới được xối rửa bằng những tia nước mạnh và chảy vào máng thoát nước.

Loại lưới và khung này được dùng rộng rãi để xử lý nước thải sản xuất, trong công nghiệp dệt, xenluloza, giấy, da. Các chất bị giữ lại là sợi gỗ, len, lông súc vật.

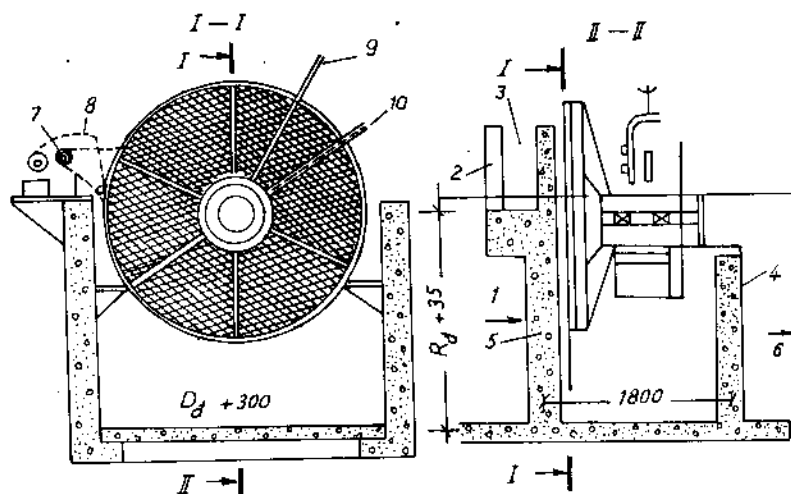
Ở khung hình đĩa (h. 4.2), nước thải được dẫn vào theo hướng song song với trục quay của đĩa, các chất bị giữ lại ở lưới cũng được xối rửa bởi những tia nước. Khung thường có đường kính 1200 - 3000 mm. Công suất 100 - 2000 m³/h. Công suất của lưới lọc tùy thuộc vào đường kính, chiều rộng của khung hình trụ, vào đặc tính các tạp chất cần giữ lại.



Hình 4.1. Lưới lọc hình trụ:

R_T , D_T , L_T - bán kính, đường kính, chiều dài khung;

- 1- nước vào; 2- khung và vải lọc; 3- đập tràn; 4- nước ra; 5- máng để thu cặn; 6- nước rửa; 7- ống xả cặn và nước rửa; 8- trục quay và ổ bi; 9, 10- xích và bộ phận truyền chuyển động; 11- bộ điều chỉnh đập tràn theo chiều sâu lớp nước chảy ra; 12- nắp đáy; 13- vải bọc; 14- vòi phun; 15- thanh chống; 16- động cơ truyền động



Hình 4.2. Lưới lọc kiểu đĩa tròn:

D_d , R_d - đường kính, bán kính hình đĩa;

- 1- nước vào; 2- máng thu cặn; 3- vòi phun; 4- đập tràn điều chỉnh mực nước; 5- đệm cao su;
6- nước ra; 7- động cơ truyền động; 8- vỏ bọc xích truyền động; 9- ống dẫn nước rửa;
10- mặt cắt ngang của máng

4.2. LẮNG

4.2.1. Các bể lắng thông thường và biện pháp tăng hiệu suất lắng

Để tách các tạp chất không tan khỏi nước thải, người ta dùng các loại bể lắng khác nhau. Thông dụng nhất là loại bể lắng ngang, ly tâm với xả cặn bằng cơ giới. Ngày nay người ta còn dùng bể lắng với các tầng mỏng.

Về cấu tạo chúng cũng tương tự như bể lắng dùng để xử lý nước thải sinh hoạt. Ngoài ra người ta còn dùng các công trình đơn giản hơn: hồ lắng, hồ chứa cặn.

Để loại các chất nổi khỏi nước thải sản xuất, người ta dùng các bể lắng với chức năng đặc biệt: bể thu dầu, bể thu mỡ, bể thu nhựa,...

Nhiều khi để xử lý nước thải sản xuất, người ta dùng biện pháp lắng nổi tiếp. Biện pháp này sẽ có lợi khi nước thải sản xuất chứa tạp chất khác nhau về đặc tính lý học và giá trị sử dụng.

Cặn lắng ở bể bậc một và bậc hai có thể sử dụng vào các mục đích khác nhau.

Đôi khi người ta dùng lắng hai bậc để xử lý nước thải sản xuất trong hệ thống cấp nước tuần hoàn. Khi đó bể bậc một để tách phần nào đó các chất lơ lửng và đáp ứng yêu cầu dùng lại sau đó của công nghệ. Bể bậc hai để xử lý tiếp tục với mức độ cho phép xả nước nguồn.

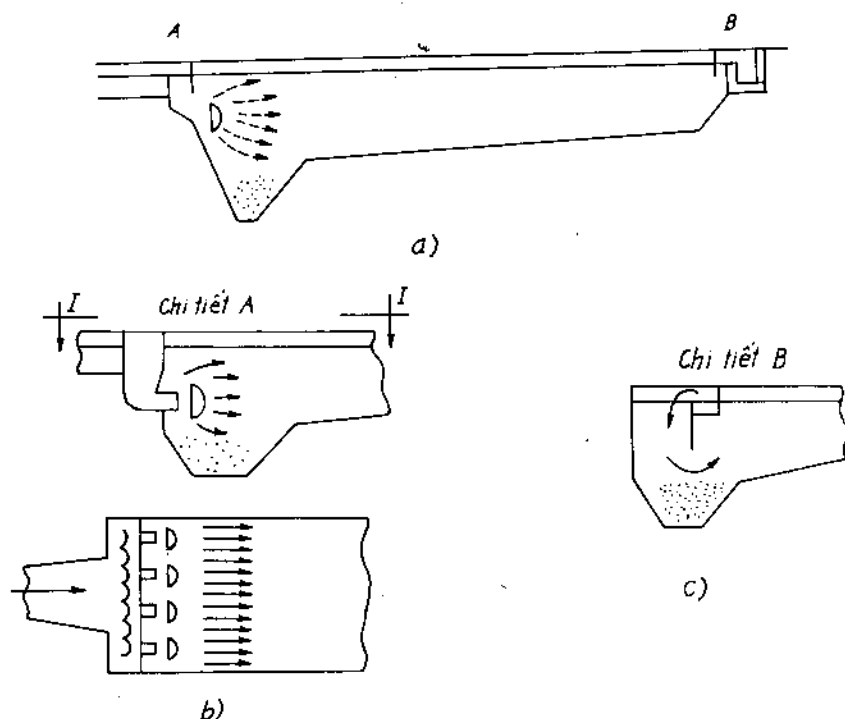
Khi chọn kiểu hoặc cấu tạo các bể lắng để xử lý nước thải sản xuất phải tính đến tất cả các chỉ tiêu đặc trưng cho tính chất lý học của nước thải và các chất lơ lửng trong đó, các chỉ tiêu cơ bản là:

- nhiệt độ nước vào bể;
- nồng độ các chất lơ lửng và lý tính của chúng;
- kích thước của hạt hoặc tốc độ lắng xuống hay nổi lên của chúng (độ lớn thủy lực);
- độ ẩm của cặn sau khi lắng;
- động học quá trình nén cặn dưới nước;
- trọng lượng riêng của cặn khô.

Trên cơ sở các chỉ tiêu đó và hiệu suất lắng cần thiết người ta xác định thời gian lắng và kích thước của bể.

Bể lắng được tính toán theo lưu lượng giờ lớn nhất của nước thải, nếu trước đó có bể điều hòa thì tính theo lưu lượng giờ trung bình. Số ngăn của bể lắng không được dưới hai. Lưu lượng qua mỗi ngăn ứng với 0,5 lưu lượng tính toán. Đối với bể lắng ngang, chiều sâu công tác nên chọn không quá 3m.

Chiều sâu xây dựng của bể được xác định theo tính toán và phục hồi dung



Hình 4.3. Những hệ thống phân phối nước ở bể lắng ngang

tích cận, thời gian cận lưu lại trong bể, động học lắng cận và phương pháp xả cận khỏi bể.

Ngoài ra còn phải kể đến chiều cao công trình từ mặt nước trở lên.

Các phương pháp tính toán cũng giống như với nước thải sinh hoạt. Cho tới nay có hai hướng để tăng cường hiệu suất công tác của các bể lắng: hoàn thiện về cấu tạo của bể (đặc biệt những hệ thống phân phối và thu nước) và cho thêm vào các chất đông tụ, trợ đông tụ vào nước.

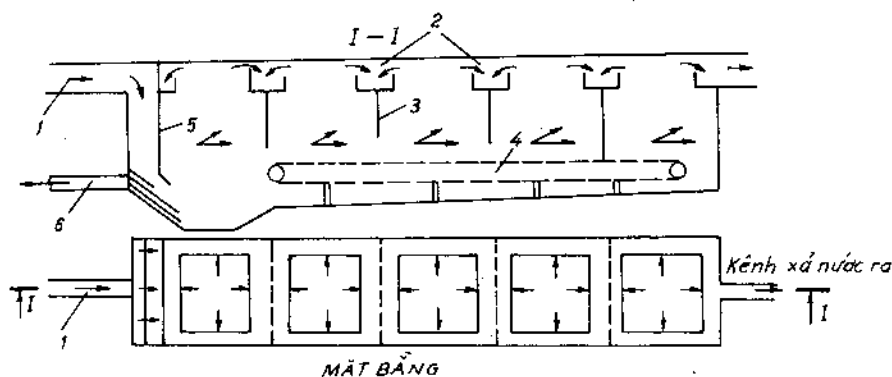
Để phân phối nước được điều hòa theo tiết diện ướt của bể người ta dùng các hệ thống phân phối và thu nước đặc biệt (h.4.3). Những hệ thống này bảo đảm việc phân phối đều nước theo chiều rộng và chiều sâu bể. Đối với các bể không sâu dùng máng tràn không ngập nước và các tấm chắn đặt nửa chìm nửa nổi để hướng dòng chảy ở đầu bể (h.4.3c). Đầu tiên nước phân phối vào hướng về phía tường ngang, rồi sau đó ngoặt xuống và hướng về phía cuối bể. Với những điều kiện này tất yếu sẽ diễn ra hiện tượng sục cận đã lắng và tăng nồng độ chất lơ lửng ở đầu bể.

Ở mức độ nào đó tạo thành lớp cận lọc lơ lửng. Kết quả quá trình lắng đợt hai sẽ nhanh hơn, hiệu suất hơn lúc ban đầu.

Nhiều khi để phân phối nước đều người ta còn đặt các song chắn ở đầu và cuối bể. Khi đó phân phối đều hơn nhưng lại tạo thành nhiều vùng xoáy cục bộ hơn và ảnh hưởng tới hiệu quả lắng.

Nếu trong nước chứa nhiều tạp chất dạng sợi thô (xí nghiệp chế biến len, nhà máy da), thì song chắn sẽ chóng bị ứ đọng rác và gây phức tạp cho quản lý.

Hiện nay trên thế giới, người ta chú ý nhiều đến *bể lắng ngang với nước chuyển động theo phương thẳng đứng* (h.4.4). Đó là bể lắng ngang bình thường



Hình 4.4. Bể lắng ngang với nước chuyển động thẳng đứng:
1- nước vào; 2- máng thu nước; 3- tường ngăn; 4- hệ thống gạt cặn;
5- tấm chắn hướng dòng; 6- ống xả cận

và được chia thành nhiều ngăn bởi các tường ngang đặt lơ lửng, không chạm đáy, chung quanh mỗi ngăn đều có máng thu nước.

Nhược điểm chính của bể này là một phần nước vào chưa kịp lắng hoàn toàn với thời gian tính toán đã rời khỏi bể qua các máng ở gần đầu bể. Do đó nước ra còn chứa nhiều chất lơ lửng và hiệu suất lắng bị giảm.

Khi xây dựng các tường ngang thẳng đứng thì nhược điểm này được khắc phục. Nghiên cứu thực nghiệm cho thấy thể tích xây dựng được sử dụng gần như hoàn toàn (chừng 70%) và do đó thời gian lắng, tốc độ lắng thực tế xấp xỉ với giá trị tính toán. Công suất của loại bể này cao hơn (30-50%) so với bể lắng ngang thông thường với cùng hiệu suất lắng.

Số tường ngang trong bể phải chọn sao cho khoảng cách giữa chúng không nhỏ hơn chiều rộng bể. Chiều sâu ngập nước của tường ngang phải tính toán sao cho tốc độ dọc của nước phía dưới tường không quá giá trị cho phép trong các bể lắng ngang.

4.2.2. Bể lắng với nhiều lớp mỏng

Đó là các bể lắng kín hoặc hở, giống các bể lắng thông thường và cũng gồm ba vùng:

- vùng phân phối nước;
- vùng lắng;
- vùng tập trung và chứa cặn.

Đặc điểm của loại bể này là vùng lắng được chia thành nhiều lớp mỏng với không gian nhỏ hẹp, nhờ các tấm hoặc ống đặt nghiêng. Khoảng cách giữa các tấm bằng 5-15 cm. Dùng các tấm phẳng hoặc hình sóng thì tiện lắp ráp và quản lý hơn. Dùng các ống thì chắc chắn hơn và đảm bảo kích thước được đồng đều hơn và tốc độ dòng chảy có thể tăng hơn, nhưng lại chóng bị lắng cặn và tăng khối lượng công tác tẩy rửa, quản lý.

4.2.2.1. Tác dụng và cơ chế quá trình lắng

Khi giảm chiều cao lắng thì giảm độ chảy rối của dòng chảy do $Re \leq 500$, giảm được độ dao động của tốc độ thành phần dao động đứng của dòng nước. Kết quả là tăng hệ số sử dụng dung tích và giảm được thời gian lắng (chỉ cần một vài phút thôi). Nếu cải tạo các bể lắng thông thường thành bể lắng với nhiều lớp mỏng thì năng suất sẽ tăng được 2-4 lần.

4.2.2.2. Cấu tạo của bể lắng với nhiều lớp mỏng

Loại bể này có cấu tạo đa dạng nhưng về nguyên tắc chuyển động tương đối giữa hướng dòng chảy và hướng lắng cặn được chia thành ba loại sơ đồ:

- Sơ đồ chuyển động ngược dòng trong đó dòng nước chuyển động ngược chiều với hướng lắng - trượt của cặn (h.4.5a);

- Sơ đồ dòng chảy ngang, trong đó dòng nước chuyển động theo phương ngang, song song với chiều dọc bể và vuông góc với hướng lắng của các hạt cặn (h.4.5b);

- Sơ đồ chuyển động cùng chiều trong đó cặn lắng chuyển động theo hướng cùng chiều với dòng nước (h.4.5c).

Loại bể có cấu tạo hợp lý nhất là loại bể lắng nhiều lớp mỏng theo sơ đồ ngược dòng hoặc sơ đồ dòng chảy ngang có thiết bị phân phối theo tỷ lệ dòng nước.

Bể lắng với nhiều lớp mỏng chủ yếu được sử dụng đối với nước thải chứa nhiều cặn lắng. Ở các bể theo sơ đồ dòng chảy ngang tốc độ thành phần của dòng nước theo phương ngang và ít gây xáo trộn đối với các hạt cặn đã lắng. Ở sơ đồ ngược dòng, nhờ dòng nước ở các lớp nghiêng từ dưới lên nên tạo điều kiện tốt cho quá trình lắng theo quỹ đạo ngắn nhất.

Cặn liên tục trượt về ngược chiều dòng nước và ở dạng tập hợp lớn - tập trung về hố thu cặn. Từ đó theo chu kỳ xả đi.

Chất nổi tập trung về khoang trống giữa các tầng và dẫn đi theo máng chìm. Để giảm lượng nước xả đi theo chất nổi người ta dùng ống có lỗ và thổi khí nén. Ống có lỗ đặt ở chu vi bể.

4.2.2.3. Nguyên tắc tính toán

1) Diện tích tiết diện ngang của các lớp mỏng hay không gian lắng:

$$\omega_1 = \frac{Q}{v}, \quad (4.1)$$

trong đó Q - lưu lượng nước, m^3/h ; v - tốc độ dòng chảy, m/h .

Theo chế độ chảy tầng $Re < 500$:

$$V = 3600 Re \chi \gamma / \omega_1, \quad (4.2)$$

trong đó χ - chu vi tiết diện ướt của mỗi lớp, m ; ω_1 - diện tích tiết diện ngang vuông góc với hướng dòng chảy, m^2 ; γ - độ nhớt động học, m^2/s .

Thực tế tốc độ của nước trong mỗi lớp chọn $v = 10u_0$, nghĩa là khoảng 5-10 mm/s, trong đó u_0 là tốc độ lắng của hạt cặn trong trạng thái tĩnh.

2) Tốc độ lắng của hạt cặn u_1 với n số lớp mỏng một cách tổng quát là:

$$u_1 = \frac{Q}{n \cdot \omega_1 \cdot \cos \theta} \quad (4.3)$$

- Trường hợp với bể theo sơ đồ chuyển động ngược dòng (h.4.5a):

$$u_1 = \frac{Q}{n \cdot l (L \cdot \cos \theta + e \cdot \sin \theta)} \quad (4.4)$$

- Trường hợp với bể theo sơ đồ dòng chảy ngang (h.4.5b):

$$u_1 = \frac{Q}{n.l.L.\cos\theta} \quad (4.5)$$

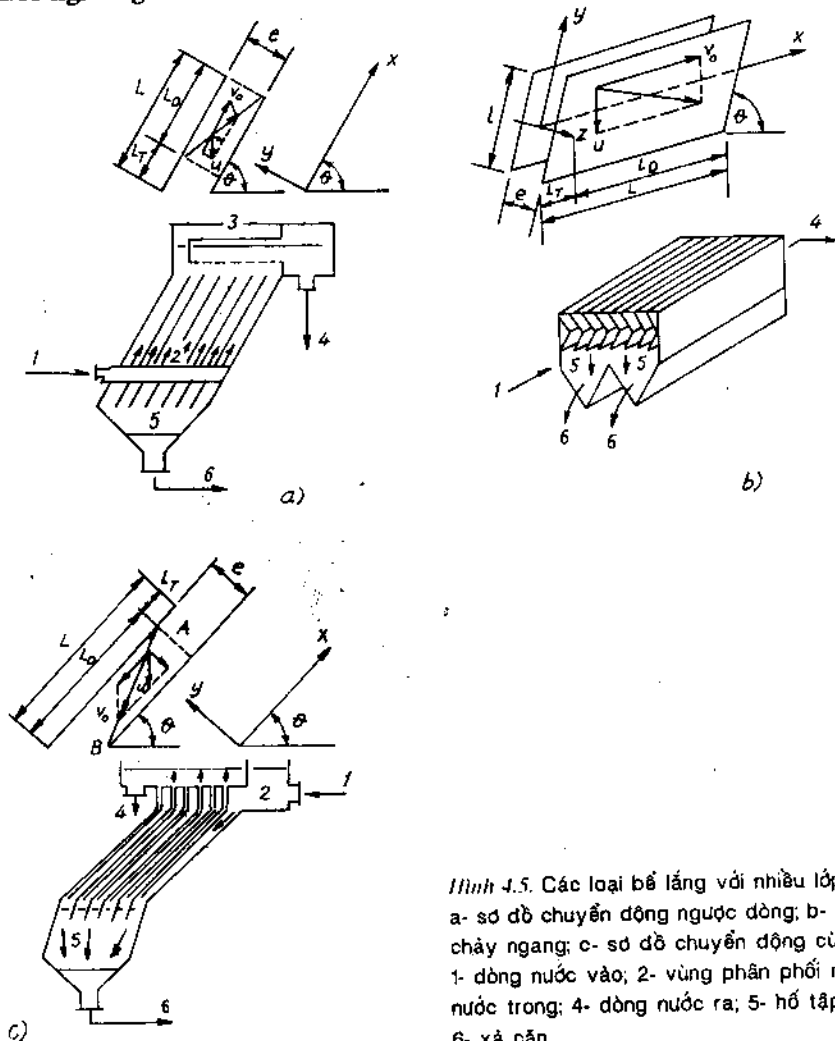
- Trường hợp với bể theo sơ đồ chuyển động cùng chiều (h.4.5c):

$$u_1 = \frac{Q}{n.l.(L.\cos\theta - e.\sin\theta)} \quad (4.6)$$

trong đó l - chiều rộng của tấm; L - chiều dài của tấm; ω - diện tích của tấm, $\omega = l.L$; e - khoảng cách giữa hai tấm theo đường vuông góc với hai mặt phẳng.

3) Chiều cao của vùng lắng H nên chọn bằng 1-2m

Góc nghiêng của các tấm $\theta = 45^\circ - 60^\circ$ tùy thuộc góc trượt của cặn trong nước.



Hình 4.5. Các loại bể lắng với nhiều lớp mỏng:

a- sơ đồ chuyển động ngược dòng; b- sơ đồ dòng chảy ngang; c- sơ đồ chuyển động cùng chiều;
1- dòng nước vào; 2- vùng phân phối nước; 3- thu nước trong; 4- dòng nước ra; 5- hố tập trung cặn;
6- xả cặn

4) Thời gian lắng cần thiết (t_0) xác định:

$$t_0 = \frac{e}{3600 \cdot u_1} \quad (4.7)$$

trong đó u_1 - độ lớn thủy lực hay tốc độ lắng của hạt ứng với giá trị đó sẽ đạt được hiệu suất lắng cần thiết, mm/s; e - khoảng cách giữa hai tấm, $e = 50 \dots 150$ mm.

5) Chiều dài không gian lắng:

$$L = K \cdot t_0 \cdot v \quad (4.8)$$

trong đó K - hệ số dự trữ, $K = 1,1 - 1,5$.

Tổng chiều dài xây dựng:

$L_{\text{xd}} = L$ (hệ thống phân phối) + L (vùng lắng) + L (hệ thống tập trung nước)

6) Dung tích phân chứa cặn W tính cho 1 ngày:

$$W = \frac{(C_0 - C_1)Q}{(100 - p)\rho_c \cdot 10^4}, \text{ m}^3 \quad (4.9)$$

trong đó C_0, C_1 - nồng độ chất lơ lửng trước và sau khi lắng, mg/l hay g/m³; Q - lưu lượng tính toán của nước thải, m³/ngày đêm; p - độ ẩm của cặn, %; ρ_c - tỷ trọng của cặn, tấn/m³.

4.2.3. Bể lắng ly tâm với hệ thống phân phối - thu nước di động (của Skirdov I.V., h.4.6)

Đặc điểm: với bể lắng có cấu tạo với hệ thống phân phối và thu nước di động thì khối nước trong bể hầu như ở trạng thái tĩnh, do đó các hạt lơ lửng lắng xuống với tốc độ như tốc độ lắng trong mô hình lắng tĩnh thí nghiệm với $v = 0$.

Máng phân phối và thu nước di động quay tự do được ngăn đôi nhờ vách ngăn.

Máng phân phối: đáy có khe hở để các chất nặng lắng xuống ngay; tường bên như lưới phân phối với các khe đứng và các cánh hướng dòng với góc bất kỳ để sao cho tất cả các dòng tia riêng biệt trong bể lắng có thời gian lắng (lưu lại trong bể) như nhau.

Máng thu nước trong: dạng đập tràn ngập nước, có thành bên và đáy kín. Nước trong từ máng qua xiphông. Xiphông được trang bị thiết bị điều chỉnh lưu động - van phao. Đáy máng thu có bộ phận hướng dòng.

Thời gian lắng tùy thuộc chiều sâu lắng h_0 và tốc độ lắng u_0 của hạt cần giữ lại trong bể:

$$t = \frac{h_0}{u_0} \quad (4.10)$$

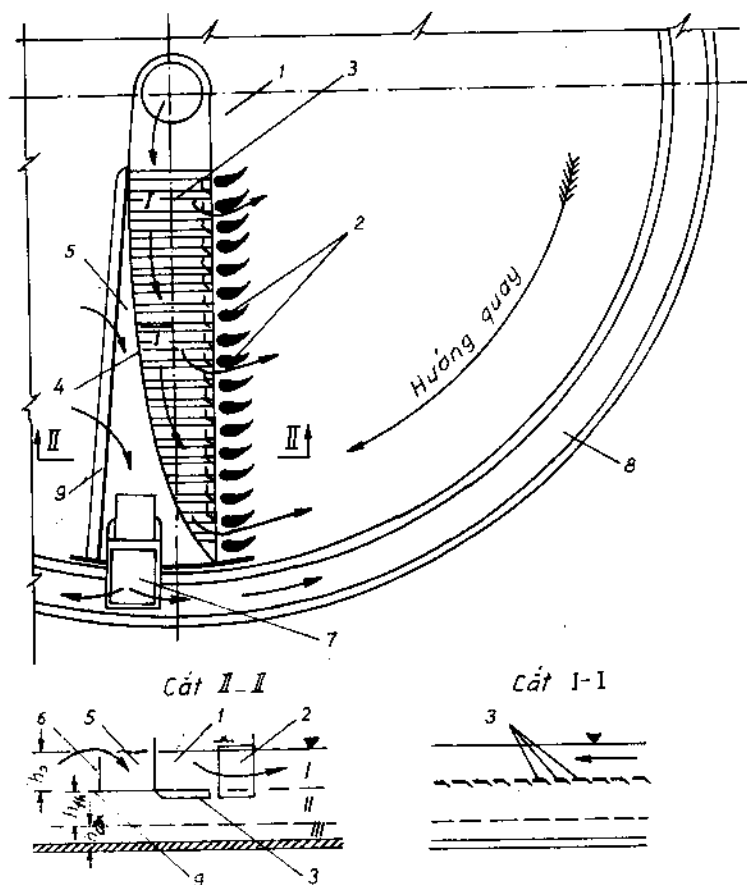
Chiều sâu h_0 tùy thuộc thiết bị thu nước, thường chọn máng thu nước kiểu ngáp, $h_0 = 0,8 - 1,2$ m. Lớp trung hòa: $h_{th} = 0,5 - 0,6$ m; $h_{căn} = 0,3 - 0,4$ m.

Với thời gian lắng t thì máng phân phối - thu nước thực hiện một vòng quay và khi đó máng sẽ thu (hót) nước đã lắng với dung tích.

$$Q = K\pi R^2 h_0, \quad (4.11)$$

trong đó K - hệ số sử dụng dung tích, $K = 0,85$; R - bán kính bể lắng, m;
 Q - lưu lượng nước qua bể lắng, m^3/h .

Tính toán thủy lực máng phân phối và thu nước gồm: xác định vách ngăn giữa phần phân phối và thu nước (ở mặt bằng), chiều sâu ngáp nước của đỉnh đập tràn, chiều cao chênh lệch giữa mực nước trong bể và trong máng dẫn nước đi (Δh) để đảm bảo cho xiphông làm việc liên tục. Việc đóng vách ngăn



Hình 4.6. Sơ đồ hệ thống phân phối và thu nước di động:

- 1- máng quay tự do; 2- cánh hướng dòng; 3- khe hở ở đáy máng; 4- vách ngăn dọc máng;
 5- máng thu nước trong; 6- mép tràn ngáp nước; 7- xiphông; 8- máng dẫn nước đi;
 9- cánh hướng dòng

trên mặt bằng không phụ thuộc lưu lượng tính toán của nước thải.

Chiều rộng máng phân phối b_1 cách tâm bể một đoạn l :

$$b_1 = n \sqrt{R^2 - l^2} \quad (4.12)$$

$$n = \frac{b_1}{R} = 0,1 - 0,12 \text{ theo kinh nghiệm.}$$

Nên dùng máng ngập nước với hệ số ngập nước $\delta = 0,8$.

Với hệ số lưu lượng $m = 0,45$ thì h_0 là:

$$h_0 = 1,24(Q/R^2)^{2/3} l^{2/3}, \quad (4.13)$$

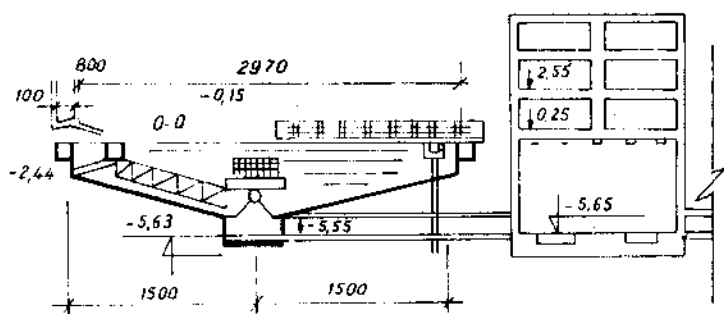
trong đó l - chiều dài máng tràn, m.

Độ chênh $\Delta h \geq 2h_0$; với h_0 là tổn thất áp lực trong xiphông xác định theo công thức thủy lực thông thường.

Giá trị lực phân lực: phân lực tùy thuộc lượng nước thải chảy vào bể và tốc độ nước chảy qua máng phân phối vào bể. Với tác dụng thủy lực thông thường ở bể lắng thì phân lực đủ đảm bảo cho hệ thống máng phân phối - thu nước quay được, không cần tác dụng một lực nào khác. Nhiều khi phân lực còn đảm bảo không những cho máng tự động chuyển động (quay), mà còn kéo cả hệ thống thanh gạt cùng chuyển động.

4.2.4. Biện pháp dùng chất keo tụ (phèn)

Ở hình 4.7 là một trong những bể lắng ly tâm trong phân xưởng làm sạch khí lò cao của nhà máy luyện kim. Nước thải các phân xưởng này chứa bụi kim loại (do rửa khí lò gang) với hàm lượng tới 2500 mg/l. Sau khi lắng nước được dùng lại để rửa khí lò gang. Nước được dẫn vào bể qua hệ thống ống phân phối ở trung tâm theo ống thép đặt ở khung bất động.



Hình 4.7. Bể lắng ly tâm trong phân xưởng làm sạch khí lò cao nhà máy luyện kim

Để nước được phân phối điều hòa hơn theo tiết diện bể lắng khi chuyển động từ trung tâm ra chu vi ở khoảng cách 2,5m cách trục bể, người ta đặt một lưới chắn bằng gỗ, lưới chắn này được gắn chặt với khung và thanh gạt. Khung và thanh gạt này thường xuyên chuyển động. Nước trong được thu vào hai máng và dẫn về hệ thống tuần hoàn.

Bụi lắng xuống tạo thành cặn. Dung tích cặn tới 0,5 - 1,2% dung tích nước. Nhờ khung và thanh gạt chuyển động nên cặn được chuyển về hố cặn trung tâm bể. Từ đó được bơm (bằng bơm cát) về máy lọc chân không để làm ráo nước và đưa ra sân chứa cặn.

Khi lò cao làm việc với áp suất cao, nước thải của phân xưởng làm sạch khí sẽ chứa các tạp chất nhỏ phân tán, tán mạn. Để các tạp chất đó lắng được người ta cho thêm vào các chất đông tụ và trợ đông tụ.

Có nhiều loại chất đông tụ khác nhau, liều lượng của chúng phụ thuộc vào nồng độ các chất lơ lửng trong nước trước và sau khi lắng (bảng 4.1)

Bảng 4.1. Liều lượng tối ưu của các chất đông tụ (mg/l) khi lắng trong nước của phân xưởng làm sạch khí

Lượng cặn lơ lửng còn lại	Poliacrylamit	Nhôm sunfat	Vôi sữa (theo CaO)	Sắt clorua
60	0,8	30	45	80
150	0,4	15	10	20

Để ổn định nước thải người ta dùng hexametaphotphat, axit, khối khí,... Lượng chất ổn định cần thiết xác định theo tính toán, phụ thuộc chất lượng nước thải. Ống hút cặn nên đặt trong tunen dưới bể lắng. Đường kính của ống không được dưới 150 mm. Ở cuối các ống hút cặn người ta đặt van xả cặn hoặc van để lấy mẫu và thuận tiện trong việc tẩy rửa cơ học ở các đầu ống. Để tránh ứ đọng ống hút ống đẩy cặn người ta phải tẩy rửa thường xuyên theo chu kỳ bằng nước tuần hoàn. Để bơm cặn, người ta đặt hai ống đẩy. Đường kính mỗi ống 100 mm (một công tác, một dự trữ). Mỗi bơm có thể đẩy nước vào bất kỳ ống đẩy nào, trong trạm bơm có đặt các van điện tự động và kèm theo van thủ công.

Tốc độ của khung và thanh gạt là 3 - 5 m/ph. Công suất của động cơ điện không quá 7 kW. Thiết bị cơ giới và điện của khung và thanh gạt đều đặt ở giữa bể. Việc điều khiển động cơ điện, máy bơm và van khóa ở ống dẫn cặn (ống đẩy và hút) đều thực hiện từ xa và từ trạm bơm chung của hệ thống tuần hoàn.

4.3. LOẠI CÁC TẠP CHẤT NỔI

Nước thải sản xuất chứa các chất nổi (dầu lửa, dầu mỡ bôi trơn, nhựa nhẹ,...) cũng được xử lý bằng phương pháp lắng. Ứng với các tạp chất đó có: bể thu dầu, bể thu mỡ,...

Loại các tạp chất nổi khỏi nước, thực chất cũng giống như lắng các chất rắn, chỉ khác là trong trường hợp này tỷ trọng của hạt (ρ_2) nhỏ hơn của nước (ρ_1) do đó hạt sẽ nổi lên.

Nếu hạt rắn hoặc lỏng, dưới tác dụng lực hút của trái đất, tự do chuyển động trong nước thì tốc độ lắng hoặc nổi lên của chúng phụ thuộc vào kích thước hạt, tỷ trọng và tính chất môi trường và sẽ là đại lượng không đổi, trong đó lực cản sẽ cân bằng với lực tác dụng và làm hạt chuyển động được. Nói cách khác là lực cản trong môi trường sẽ bằng trọng lượng hữu ích của hạt ở thời điểm khi tốc độ hạt không đổi.

4.3.1. Bể thu dầu

Kết quả thí nghiệm và các số liệu quản lý cho thấy phải chọn tốc độ nổi lên của hạt dầu kích thước 0,01 - 0,008 cm làm cơ sở để tính toán bể thu dầu. Nếu giữ lại được các hạt dầu kích thước đó sẽ đạt yêu cầu làm sạch nước.

Trong môi trường chất lỏng có độ nhớt μ , tốc độ nổi lên $U_{\min}$ của hạt có kích thước như trên có thể xác định theo công thức Stokes :

$$U_{\min} = \frac{981}{18} d^2 \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu}, \text{ cm/s} . \quad (4.14)$$

Các đại lượng ρ_1, ρ_2 có thể thay bằng đại lượng thể tích ứng với của nước thải và dầu có thứ nguyên g/cm^3 với nhiệt độ nước thải là 20°C , độ nhớt là $\mu = 0,01 \text{ g/cm}^3 \cdot \text{s}$.

Chiều dài công tác bể thu dầu có thể xác định theo công thức:

$$L = a \cdot \frac{v_{tt}}{U_{\min}} \cdot h , \quad (4.15)$$

trong đó a - hệ số tính đến độ chảy rối của dòng nước trong bể và phụ thuộc vào tỷ lệ giữa các tốc độ $v_{tt}/U_{\min}$

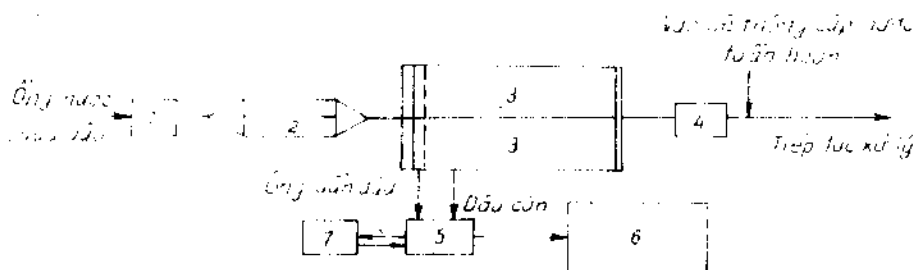
$v_{tt}/U_{\min}$	20	15	10
a	1,75	1,65	1,5

trong đó h - chiều sâu công tác của bể; v_{tt} - tốc độ tính toán của dòng chảy.

Hình 4.8 là sơ đồ nguyên tắc của trạm xử lý nước chứa dầu bằng phương pháp cơ học.

Bể thu dầu trong các nhà máy chế biến dầu là những bể lắng ngang có dạng chữ nhật trên mặt bằng, bể chia ra hai hay nhiều ngăn làm việc đồng

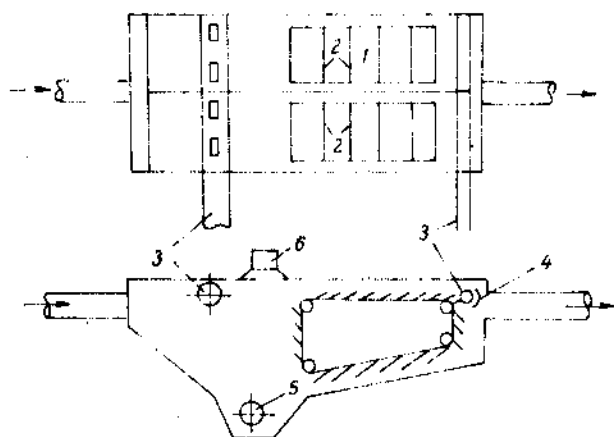
thời. Trong bể nhờ sự khác nhau về trọng lượng riêng của dầu và nước nên dầu sẽ nổi lên trên nước rồi được tách ra.



Hình 4.8. Sơ đồ nguyên tắc trạm xử lý nước thải bằng phương pháp cơ học:
1- song chắn rác; 2- bể lắng cát; 3- bể thu dầu; 4- hồ lắng; 5- trạm bơm dầu cặn;
6- sân chứa cặn; 7- bể tách nước thải khỏi dầu

Những tạp chất rắn (chủ yếu là chất vô cơ) lắng xuống đáy bể.

Nước thải từ các ngăn phân phối riêng biệt theo các ống dẫn vào từng ngăn bể thu dầu. Nước qua các vách phân phối có khe hở rồi qua ngăn lắng (h.4.9). Ở ngăn lắng, dầu và các sản phẩm dầu sẽ nổi lên mặt nước. Dầu nổi lên được tập trung vào ống (có khe hở và xoay được) đặt ở đầu và cuối bể. Nước được tách khỏi dầu ở cuối mỗi ngăn, sẽ đi qua phía dưới tấm chắn đặt ngập nước qua máng tràn vào máng dẫn chảy đi.



Hình 4.9. Cấu tạo bể thu dầu:

1- ngăn lắng; 2- thanh gạt cơ giới; 3- ống thu dầu; 4- tấm chắn dầu; 5- ống xả cặn; 6- động cơ

Để gạt dầu về phía ống thu và gạt cặn về phía hố thu ở đáy bể người ta dùng hệ xích và thanh gạt.

Hệ thống này làm việc nhờ động cơ điện, bộ phận truyền động và phục vụ cho từng ngăn riêng biệt.

Cặn từ hố thu được xả đi bằng thiết bị nâng thủy lực khoảng một hoặc hai lần trong ngày.

Việc loại dầu khỏi bể được thực hiện tùy thuộc vào chiều dày lớp dầu. Trong các phao đặc biệt, người ta đặt các tín hiệu điện tử mực nước ở biên giới phân chia của lớp dầu - nước. Tín hiệu sẽ truyền xung lượng về bộ phận điều khiển hệ xích thành gạt và quay ống thu dầu, khi dầu đã tích lũy được một lớp nhất định.

Trong điều kiện quản lý bình thường, Bể thu dầu có hiệu suất công tác khá cao, tới 97 - 98%. Tuy nhiên trong nước ra khỏi bể, lượng dầu còn lại vẫn cao, khoảng 100 mg/l.

Những sản phẩm bị giữ lại ở bể thu dầu chứa 30 - 40% nước và các tạp chất cơ học. Hệ này là một loại nhũ tương dầu - nước. Để tách nước khỏi hệ này người ta dùng những thùng đun nóng bằng hơi.

Vi dụ tính toán. Xác định kích thước bể thu dầu đối với nước thải nhà máy chế biến dầu. Nước thải có lưu lượng 220 l/s. Hàm lượng dầu 5000 mg/l. Nhiệt độ $t_{\text{th}} = 20^{\circ}\text{C}$, tỷ trọng của dầu $\rho_d = 0,87$, của nước thải $\rho_n = 1$. Độ nhớt của môi trường chất lỏng $\mu = 0,01 \text{ g/cm}^3\text{s}$. Hạt dầu cần loại khỏi bể có đường kính tính toán $d = 80 \mu\text{m}$ (0,008 cm).

Giải. Tốc độ nổi lên của hạt dầu là

$$U_{\text{min}} = \frac{981}{18} \cdot d^2 \cdot \frac{\rho_n - \rho_d}{\mu} =$$

$$= \frac{981}{18} \cdot 0,008^2 \cdot \frac{1 - 0,87}{0,01} = 0,0465 \text{ cm/s}.$$

Ta chọn tốc độ ngang của dòng nước trong bể thu dầu $v_n = 10$; $U_{\text{min}} = 0,465 \text{ cm/s} = 0,00465 \text{ m/s}$; $\alpha = 1,5$.

Diện tích tiết diện ngang bể thu dầu :

$$f = \frac{q}{v_n} = \frac{0,22}{0,00465} = 48 \text{ m}^2.$$

Theo cấu tạo, để phù hợp với kích thước định hình các thanh gạt cơ giới, ta chọn chiều rộng các bể thu dầu là 6m, bốn ngăn. Khi đó chiều sâu công tác của bể là:

$$h = \frac{48}{4,6} = 10,4 \text{ m}.$$

Tổng chiều rộng công tác của bể là $B = 4,6 = 24\text{m}$. Chiều dài công tác của

bể được tính theo công thức:

$$L = a \frac{L_1}{U_{\min}} \cdot h = 1,5 \cdot 10 \cdot 2 = 30 \text{m.}$$

Chọn bể định hình $L = 33,6 \text{m}$.

Dung tích công tác của bể là:

$$W = B \cdot L \cdot h = 24 \cdot 33,6 \cdot 2 = 1612 \text{ m}^3.$$

Thời gian lắng nước thải trong bể thu dầu:

$$t = \frac{L}{v_{\text{tt}}} = \frac{33,6 \cdot 100}{0,465 \cdot 60} = 120 \text{ph} = 2 \text{ h.}$$

Tổn thất áp lực trong bể thu dầu với điều kiện quản lý bình thường là 24 cm. Sự chênh lệch cốt đáy ống dẫn nước vào và ra khỏi bể phải chọn không dưới 40 cm.

4.3.2. Bể thu mỡ

Trong nhiều loại nước thải sản xuất có chứa dầu mỡ (kể cả dầu khoáng vô cơ). Đó là những chất nổi, chúng sẽ gây ảnh hưởng xấu tới các công trình thoát nước (mạng lưới và các công trình xử lý) và nguồn tiếp nhận nước thải.

Vì vậy người ta phải thu hồi những chất này trước khi xả vào hệ thống thoát nước sinh hoạt và sản xuất. Các chất mỡ sẽ vít kín lỗ hổng giữa các hạt vật liệu lọc trong các bể lọc sinh vật, cánh đồng tuổi, cánh đồng lọc. Chúng sẽ phá hủy cấu trúc bùn hoạt tính trong bể aerôten, gây khó khăn trong quá trình lên men cặn,...

Không cho phép xả nước thải chứa dầu mỡ ra nguồn vì dầu mỡ sẽ tạo thành một lớp màng mỏng phủ lên diện tích khá lớn mặt nước, gây khó khăn cho quá trình hòa tan oxy của không khí vào nước, do đó quá trình tự làm sạch của nguồn bị cản trở.

Trong khi đó mỡ trong nước thải là một nguyên liệu quý có thể chế biến và dùng lại trong sản xuất và công nghệ.

Vì vậy nước thải chứa dầu mỡ với hàm lượng từ 100 mg/l trở lên (như nước thải của các nhà ăn xưởng chế biến thức ăn, xí nghiệp chế biến thịt, xí nghiệp sản xuất dầu bơ,...) trước khi xử lý phải cho qua bể thu mỡ.

Người ta phân biệt hai loại bể thu mỡ là: bể thu mỡ đặt trong phân xưởng và bể thu mỡ ngoài sân (ngoài phân xưởng). Loại đầu đặt ngay sau mỗi công đoạn sản xuất hay sau một số công đoạn trong phân xưởng. Loại hai đặt ở sân, mạng ngoài của một số phân xưởng.

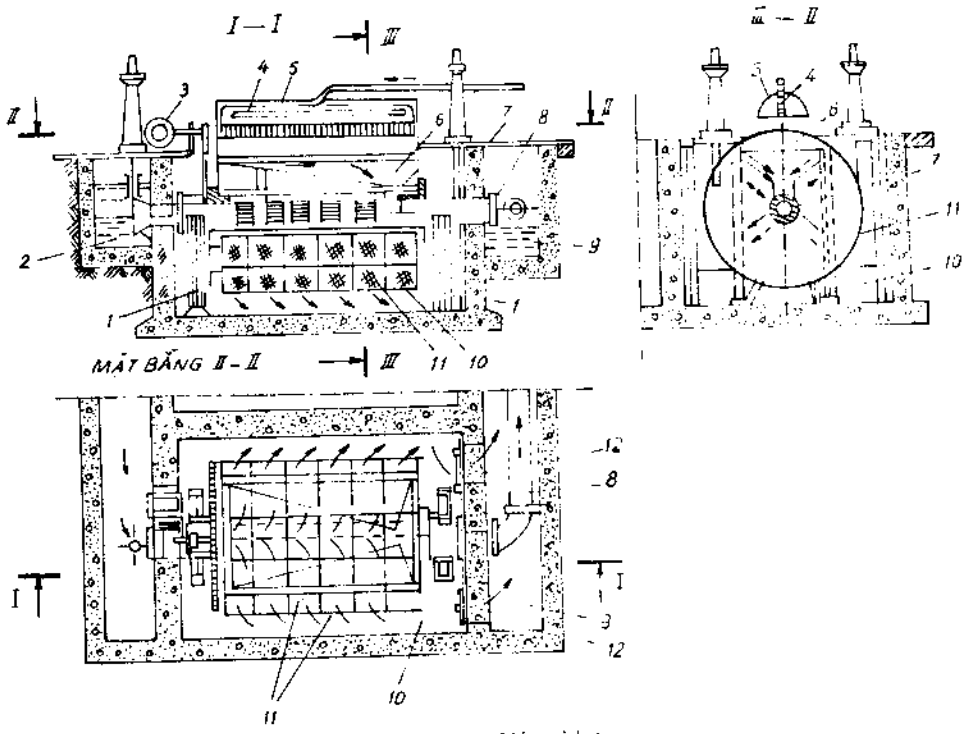
Để tính toán bể thu mỡ người ta thường chọn thời gian nước lưu lại trong bể là 5-7 ph đối với bể loại một và 2 h đối với bể loại hai. Ngoài ra đối với bể

loại hai, tốc độ dòng chảy nên chọn 0,5 mm/s nếu là bể ngang và 0,3-0,4 mm/s nếu là bể đứng. Đường kính qui ước của hạt mỡ cần giữ lại trong bể chọn bằng 80-100 μm (0,008 - 0,01 cm), trọng lượng riêng của mỡ ở 50°C là 0,9 kg/l. Về cấu tạo, bể thu mỡ cũng giống bể thu dầu.

Việc xả mỡ có thể thực hiện bằng thủ công hoặc cơ giới. Đối với các trạm lớn, tùy thuộc lượng mỡ thu được, người ta có thể dùng thiết bị chân không hoặc máy bơm để hút mỡ. Khi đó phải đun mỡ tới nhiệt độ 45-50°C. Ngày nay người ta còn dùng các bể thu mỡ với hệ thống thổi khí để tăng hiệu quả thu hồi mỡ.

4.4. LỌC NƯỚC THẢI

Người ta dùng các bể lọc để tách các tạp chất phân tán nhỏ khỏi nước thải (bụi, dầu, mỡ bôi trơn,...), mà ở các bể lắng không giữ lại được. Những loại vật liệu lọc có thể sử dụng là cát thạch anh, than cốc hoặc sỏi nghiền, thậm chí cả than nâu, than bùn hoặc than gỗ. Việc chọn loại vật liệu lọc phải tùy thuộc vào loại nước thải và điều kiện địa phương.



Hình 4.10. Máy vi lọc:

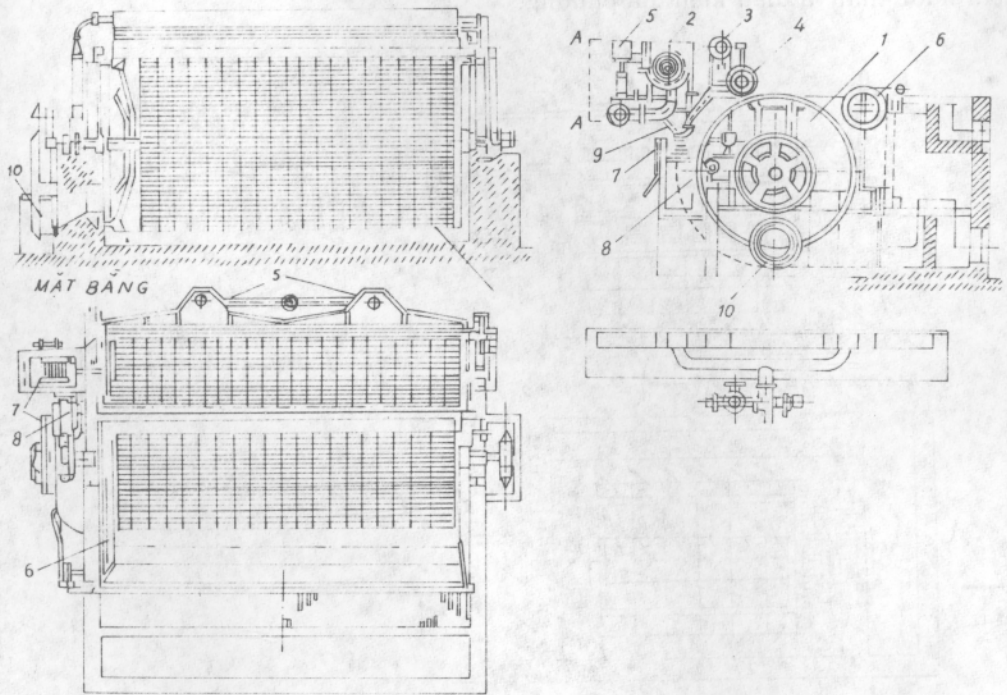
- 1- trụ giá đỡ; 2- máng dẫn nước vào; 3- hệ thống truyền động; 4- thiết bị rửa; 5- tấm chất dẻo trong suốt; 6- máng thu nước rửa; 7- trục rồng kiểu ống; 8- xả nước rửa để xử lý; 9- máng thu; 10- ngăn đặt máy vi lọc; 11- thùng hình trụ; 12- máng đập tràn

Ngày nay để xử lý triệt để nước thải (sau khi xử lý sinh hóa) người ta cũng dùng bể lọc. Về cấu tạo và các thông số tính toán thủy lực và công nghệ những bể lọc này giống những bể lọc để xử lý nước cấp. Tốc độ lọc cần phải xác định bằng thực nghiệm đối với từng loại nước thải, chiều dày lớp hạt vật liệu.

Bên cạnh các bể lọc với lớp vật liệu lọc, người ta còn dùng các máy vi lọc có lưới và lớp vật liệu tự hình thành khi máy vi lọc làm việc. Các loại máy vi lọc này được sử dụng để xử lý nước thải chứa sợi (trong công nghiệp giấy).

Cấu tạo của các máy vi lọc là các thùng trong đó có khung quay (với lưới lọc, xem hình 4.10).

Các loại máy vi lọc có diện tích lưới 18m^2 . Đường kính khung hình trụ 2m . Chiều rộng lưới 4m . Tốc độ quay của lưới lọc được điều chỉnh tùy thuộc tính chất, thành phần nước thải; trung bình là $1,15\text{ m/ph}$. Năng suất mỗi máy lọc có thể là $90\text{--}350\text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ theo diện tích lưới lọc. Hiệu suất giữ các chất lơ lửng của máy lọc từ $80\text{--}90\%$, công suất động cơ 3 kW .



Hình 4.11. Máy vi lọc với lớp vật liệu lọc bằng chất liệu nhỏ thô:

- 1- trục lớn; 2- trục nhỏ để đưa lớp vật liệu lọc vào; 3- trục để quay lưới; 4- trục bộ phận khuấy nước ở cặn; 5- máng dẫn chất liệu lọc ban đầu; 6- phao; 7- động cơ; 8- bộ điều chỉnh tốc độ lọc; 9- tấm chắn; 10 - xả nước trong

Khi yêu cầu xử lý cao hơn người ta còn dùng máy vi lọc như hình 4.11. Mất lưới vi lọc có kích thước rất nhỏ chỉ khoảng $40\text{ }\mu\text{m}$. Trong quá trình vi lọc, với chế độ thủy lực nhất định, cũng tạo một lớp chất bẩn như một lớp vật liệu lọc nên hiệu suất xử lý tăng lên. Hiệu suất làm trong nước tùy thuộc nhiều yếu tố: thành phần, tính chất nước, kích thước mất lưới vi lọc. Nếu lượng chất lơ lửng trong nước trước khi lọc là $15\text{--}20\text{ mg/l}$ thì hiệu suất đạt được là $50\text{--}80\%$ theo chất lơ lửng, $25\text{--}30\%$ theo NOS. Nếu nồng độ chất lơ lửng là $20\text{--}40\text{ mg/l}$ thì hiệu suất đạt được tương ứng là $55\text{--}65\%$ và $30\text{--}35\%$.

Cấu tạo máy vi lọc này cũng gồm khung trụ có lưới vi lọc bằng vải capron, thép không gỉ bọc chung quanh. Nước được lọc từ trong ra ngoài theo hướng ly tâm. Việc rửa lưới vi lọc nhờ các vòi phun đặt phía trên lưới. Một yếu tố quan trọng quyết định chất lượng nước lọc và tốc độ lọc (qua lưới vi lọc và lớp lọc hình thành). Nếu tăng tốc độ lọc thì hiệu suất làm trong nước sẽ giảm.

Khi thiết kế thường chọn kích thước mất lưới vi lọc là $40 \times 40\text{ }\mu\text{m}$ ($0,04\text{mm}$), kích thước mất lưới đỡ là $1,25 \times 2\text{mm}$. Chiều cao nước ngập trong máy vi lọc và $0,7$ đường kính khung, tần số quay của khung $6\text{--}20$ ph. Thời gian một chu kỳ lọc là $15\text{--}30$ s. Tốc độ lọc $25\text{--}45\text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Lượng nước rửa lọc chiếm $3\text{--}5\%$ lưu lượng của máy. Để rửa lọc nên lấy nước sau khi lọc với áp suất $0,1\text{--}0,2\text{ MPa}$ hay $1\text{--}2$ at. Tổn thất áp lực qua máy vi lọc: $0,015\text{--}0,25\text{m}$.

Cần chú ý rằng trong quá trình lọc, vi sinh vật phát triển làm vít lưới, do đó phải phục hồi lưới vi lọc, chẳng hạn rửa bằng nước vôi clorua hoặc dùng đèn chiếu tia tử ngoại.

4.5. XICLÔN THỦY LỰC

Xiclôn thủy lực được dùng để xử lý nước thải công nghiệp chứa các tạp chất cơ học hoặc nén cặn. Trong xiclôn thủy lực dưới tác dụng của các lực ly tâm, các hạt tạp chất sẽ được loại khỏi nước. Ở đây lực ly tâm xuất hiện là do nước chuyển động vòng xoáy. Lực tác dụng này lớn hơn nhiều (tới hàng trăm lần và hơn nữa) so với trọng lượng của hạt. Do đó tốc độ lắng của hạt cũng tăng lên rất nhiều. Kết quả là diện tích xây dựng và dung tích xiclôn thủy lực sẽ nhỏ hơn nhiều (tới hàng chục, hàng trăm lần) so với bể lắng cùng lưu lượng nước thải. Đó là ưu điểm cơ bản của xiclôn, nhất là khi cần phát triển mở rộng các xí nghiệp mà diện tích xây dựng lại thiếu. Ngoài ra nó còn có ưu điểm nữa là ít tốn kém nguyên vật liệu, chác chắn, thi công và quản lý đơn giản, đồng thời có khả năng làm trong nước với sơ đồ áp lực chu trình kín.

Theo điều kiện thủy lực, người ta phân biệt hai loại xiclôn: loại kín (áp lực); loại hở (không áp lực).

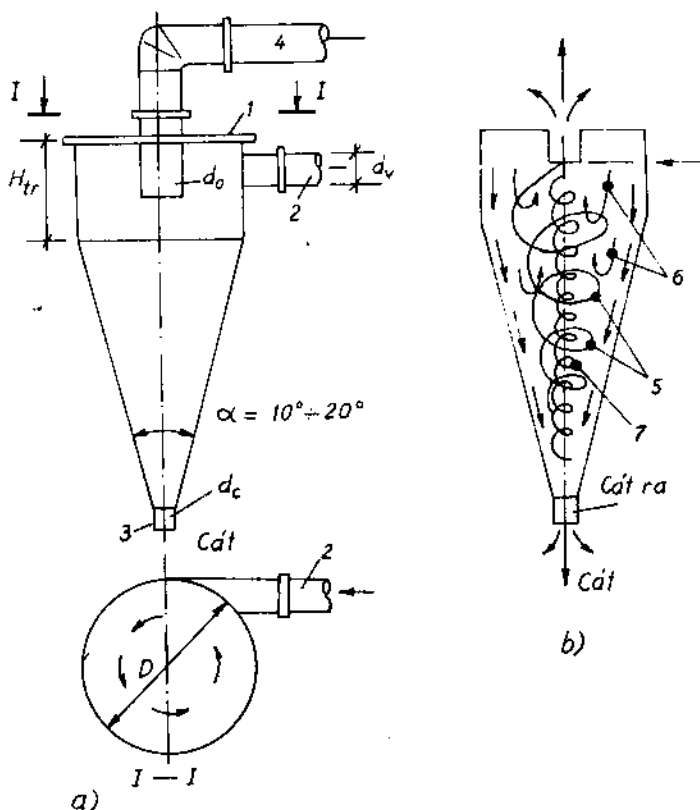
4.5.1. Xiclôn áp lực

Lực tác dụng cần thiết để tách các tạp chất lơ lửng trong xiclôn có áp có thể xác định theo công thức:

$$F = \frac{\pi d^3 (\rho_r - \rho_n) v^2}{6R}, \quad (4.16)$$

trong đó d - đường kính tương đương của hạt; ρ_r, ρ_n - tỷ trọng của chất rắn và nước; R - khoảng cách từ tâm xiclôn thủy lực đến trục ống dẫn nước vào; v - tốc độ của nước vào xiclôn.

Xiclôn có áp (h.4.12a) gồm phần hình trụ và hình nón bằng kim loại. Nước thải được dẫn vào dưới áp lực theo ống 2 đặt ở phía dưới nắp 1 và tiếp tuyến với phần hình trụ. Cát và cặn được xả đi liên tục qua ống phía dưới 3 của phần hình nón. Nước trong theo ống 4 chảy đi.



Hình 4.12. Xiclôn thủy lực:

- 1- nắp dẫy; 2- ống vào; 3- ống xả cặn; 4- ống ra; 5- dòng xoáy ngoài;
6- dòng xoáy trong; 7- cột không khí

Khi dẫn nước vào (với áp lực cần thiết 10-15 m) theo ống đặt tiếp tuyến với hình trụ sẽ tạo ra chuyển động vòng trong xiclôn. Tốc độ nước tại cửa vào có thể sẽ đạt được 20m/s. Dưới tác dụng của lực ly tâm, các hạt rắn sẽ bị văng ra thành tường xiclôn và trượt xuống ống 3 xả đi.

Trong xiclôn xuất hiện hai dòng xoáy chính (h.4.12b): dòng bên ngoài 5 sẽ hướng xuống đáy hình nón và dòng bên trong 6 hướng ngược lại.

Theo trục xiclôn sẽ tạo ra cột không khí 7. Vì lực ly tâm lớn hơn rất nhiều so với trọng lực của hạt nên xiclôn có thể làm việc theo phương đứng, ngang hoặc nghiêng.

Hiệu suất tách các chất trong xiclôn có áp tùy thuộc vào tỷ lệ giữa các kích thước hình học của xiclôn, tính chất các hạt và khả năng lắng của chúng.

Khả năng lắng của hạt phụ thuộc vào kích thước, hình dạng, trọng lượng riêng và nồng độ của nó.

Về cấu tạo người ta đã đề ra nhiều loại xiclôn, phổ biến nhất là những xiclôn có đường kính hình trụ 75-500 mm với góc hình nón $\alpha = 10^\circ - 20^\circ$. Ở bảng 4.2 và bảng 4.3 là kích thước tối ưu của các xiclôn thủy lực dùng để lắng và nén cặn nước thải.

Bảng 4.2. Tỷ lệ tối ưu các kích thước và thông số công tác xiclôn khi làm việc trong nước

Đường kính phần hình trụ D , mm	Tỷ lệ đối với đường kính phần hình trụ				Áp lực trước xiclôn, m cột nước	Công suất một máy, m^3/h	Độ lớn thủy lực tối thiểu của các hạt cần giữ lại, mm/s	
	$\frac{d_r}{D}$	$\frac{d_n}{D}$	$\frac{d_c}{D}$	$\frac{H_{tr}}{D}$			$\gamma = 2-3 \text{ g/cm}^3$ $C_0 = 2000-4000 \text{ mg/l}$	$\gamma = 48-5 \text{ g/cm}^3$ $C_0 = 300 \text{ mg/l}$
50	0,28	0,4	0,12	1	10-15	3-4	1,7-1	0,25-0,2
75	0,24	0,27	0,12	1	15-20	5-7	2,1-1,3	0,4-0,3
250	0,20	0,23	0,1	0,7	15-25	46-53	3,7-2,7	0,5-0,2
350	0,16	0,22	0,07	0,68	20-30	75-85	4,6-3,6	1,1-0,8
500	0,13	0,22	0,05	0,80	30	85-96	4,8	1,8

Xiclôn áp lực được dùng rộng rãi trong công nghiệp, nhất là để phân loại các tạp chất theo độ lớn và trọng lượng riêng. Trong công nghệ xử lý nước nó được dùng để sơ bộ lắng nước sông chứa nhiều bùn phù sa, để tách các tạp chất nặng khỏi nước thải, để nén cặn tươi trước khi làm khô bằng phương pháp cơ học. Đặc biệt nó cho hiệu suất cao, khi xử lý cặn gồm các chất dạng hạt của nước thải công nghiệp.

Tùy thuộc vào công suất và mức độ yêu cầu xử lý nước, người ta có thể đạt nhiều xiclôn làm việc song song hoặc nối tiếp.

Bảng 4.3. Tỷ lệ tối ưu giữa kích thước và thông số công tác của xiclôn để nén cặn có
 $\gamma = 2,5 - 3,5 \text{ g/cm}^3$

D mm	Tỷ lệ đối với đường kính				Áp lực trước xiclôn, m cột nước	Công suất theo nước, m ³ /h	Nồng độ chất lơ lửng, g/l		
	$\frac{d_r}{D}$	$\frac{d_o}{D}$	$\frac{d_c}{D}$	$\frac{H_{lr}}{D}$			trước khi nén C_o	sau khi nén C_c	C_c C_o
50	0,28	0,4	0,12	1	20	5	17,6	48	2,7
150	0,21	0,28	0,07	0,8	15	20	14,6	565	38,7
250	0,21	1,21	0,07	0,6	15	47	17,5	735	42
500	0,1	0,19	0,04	0,5	17	78	4,75	2225	430

Nhược điểm của xiclôn áp lực là tổn nhiều năng lượng, thành tường chống bị bào mòn nhất là đối với nước thải chứa vụn sắt sắc cạnh. Ngoài ra trong xiclôn áp lực khó loại các tạp chất nổi.

Để tránh bị bào mòn người ta tráng một lớp men lên mặt trong của xiclôn áp lực.

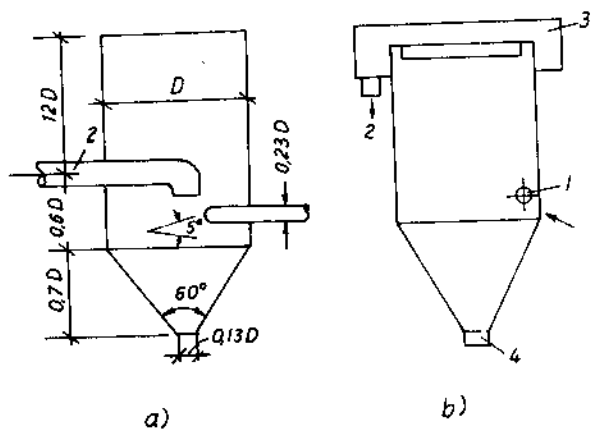
Trong xiclôn thường diễn ra hiện tượng chảy rối mạnh nên hạn chế phạm vi sử dụng nó, khi cần loại khỏi nước các tạp chất dạng hạt.

Những xiclôn không áp sẽ khác phục được những nhược điểm trên.

4.5.2. Xiclôn không áp lực

Xiclôn hở (h.4.13) làm việc với tốc độ nước vào không lớn lắm (thường không quá 2-3 m/s), do đó sức cản thủy lực không lớn, tổn thất áp lực thường không quá 0,5 m cột nước.

Ở đây, cũng như trong các bể lắng, lực tác



Hình 4.13. Xiclôn hở :

a- ống dẫn nước vào ở phần trên; b- ống dẫn nước vào ở phần dưới; 1- ống dẫn nước vào; 2- ống dẫn nước ra; 3- máng tràn; 4- ống xả cặn

dụng cơ bản để phân chia các pha (lồng và rắn) là trọng lực, còn lực ly tâm chỉ bằng 0,1 - 0,3 giá trị trọng lực.

Kinh nghiệm quản lý của những xiclôn hồ dùng để tách các tạp chất như cát khỏi nước thải cho thấy: với xiclôn có đường kính bằng chiều cao phần hình trụ và bằng 7 m thì có thể giữ lại được các hạt có độ lớn thủy lực chừng 30 mm/s, với tải trọng nước thải 100 m³/m²h. Khi xử lý nước thải chứa tạp chất nặng hơn, vụn sắt chẳng hạn, với tải trọng 40 m³/m²h có thể giữ các hạt vụn sắt với độ lớn thủy lực 12 mm/s; khi cần giữ các hạt có độ lớn thủy lực 0,3 - 1 mm/s thì phải giảm tải trọng xuống và bằng 2 - 3 m³/m²h.

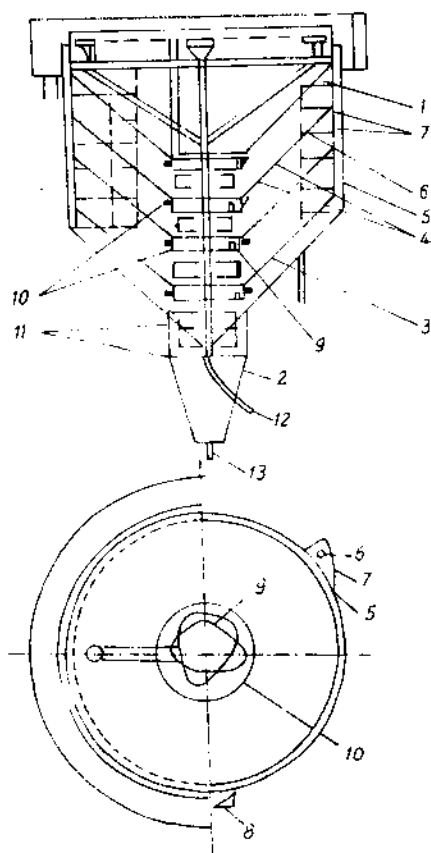
Trong các xiclôn hồ, thể tích hữu ích thường không quá 5% thể tích xây dựng. Để khắc phục nhược điểm này người ta dùng xiclôn nhiều tầng áp lực thấp (h.4.14).

Phần hình trụ của loại xiclôn này được chia làm nhiều tầng lồng vào nhau. Nước dẫn vào mỗi tầng tại ba điểm cách đều nhau theo chu vi, từ đó nước chuyển động xoáy xuống và hướng vào trung tâm. Nước trong theo phần trung tâm hướng lên rồi vào máng xung quanh chảy đi.

Tính toán xiclôn là xác định chỉ tiêu công tác cơ bản của chúng, công suất và độ lớn thủy lực các hạt tạp chất cần giữ lại.

Độ lớn thủy lực tính toán của các hạt cần giữ lại theo mức độ yêu cầu làm trong nước, được xác định theo đồ thị động học của quá trình lắng (h.4.15).

Khi xác định áp lực cần thiết của máy bơm phải tính tới tổn thất áp lực trong xiclôn và ống dẫn. Có nhiều phương pháp tính toán xiclôn áp lực nhưng

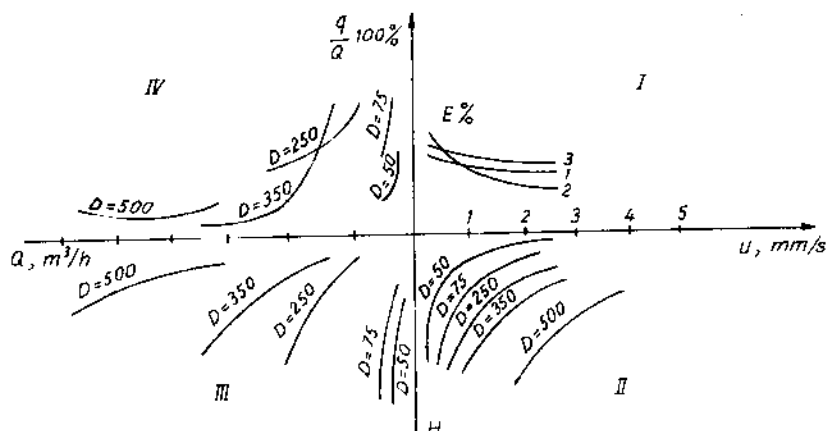


Hình 4.14. Xiclôn nhiều tầng áp lực thấp:

- 1- phần trụ 2- phần nón; 3- những vách ngăn hình nón; 4- không gian giữa các vách ngăn; 5- những cửa dẫn nước vào; 6- ngăn trước; 7- các tấm phân phối; 8- ống dẫn nước vào; 9- cửa xả; 10- vành hứng cặn; 11- ống tập trung cặn; 12- ống để xả chất nổi; 13- ống xả cặn

chính xác nhất là phương pháp đồ thị, song những số liệu tính toán phải được kiểm tra lại trong các xiclôn thí nghiệm.

Theo đồ thị $E = f(u)$ (trong đó E là hiệu suất cần tách tạp chất) người ta xác định được độ lớn thủy lực của các hạt cần loại khỏi nước (góc thứ I), theo đồ thị $H = f(u)$ xác định được áp lực cần thiết của xiclôn với đường kính đã chọn (góc II), theo đồ thị $Q = f(u)$ xác định công suất của máy (góc III), sau đó xác định được số máy cần thiết.



Hình 4.15. Đồ thị để tính toán xiclôn áp lực khi lắng trong nước thải:

1- nước thải từ các máy cán chứa hạt to $C_0 = 150$ mg/l; 2- nước thải từ các máy cán chứa hạt nhỏ $C_0 = 300$ mg/l 3- nước thải từ các máy cán chứa hạt đất mỏng $C_0 = 200$ mg/l

Ngoài ra còn các phương pháp khác để tính toán xiclôn áp lực.

Công suất của xiclôn có thể xác định theo công thức:

$$Q = 23,6F\sqrt{P} \quad (4.17)$$

trong đó Q - công suất, l/ph; F - diện tích tiết diện ướt lỗ vào, cm^2 ; P - áp lực trước khi vào xiclôn, kG/cm^2 .

Nhờ có xiclôn người ta có thể loại được các hạt với $u < 1\text{mm/s}$.

Để tăng hiệu suất công tác của xiclôn nên giảm góc đỉnh α xuống tới 10° .

Một số tác giả còn kiến nghị tăng tốc độ nước vào xiclôn.

Dưới tác dụng của trọng lực và của lực ly tâm các hạt nặng sẽ lắng xuống đáy các hình nón rồi trượt theo đáy dốc xuống túi cặn và được xả ra ngoài liên tục. Những chất nhẹ (dầu mỡ) nổi lên trên mỗi tầng. Những hạt lớn nhất trong đó sẽ chuyển động ngược dòng nước qua khe hở giữa các tầng và tường ngoài cùng của xiclôn rồi theo ống riêng nổi lên mặt nước. Những hạt nhỏ của chất chủ nhật nằm ở phần trên của mỗi tầng cạnh các lỗ xả tiếp tuyến vào túi chứa

chất nổi rồi sau đó nổi lên. Tất cả các chất nổi tích lũy trên mặt nước sẽ được xả đi liên tục hoặc theo chu kỳ qua phễu. Công suất của các xiclôn này tỷ lệ với số tầng, đặc biệt là với nước thải chứa các tạp chất nhỏ, thì xiclôn nhiều tầng áp lực thấp có thể xác định theo công thức:

$$u = q \frac{R^2}{3,6 n(R^2 - r^2)}, \text{ mm/s}, \quad (4.18)$$

q - tải trọng của xiclôn:

$$q = \frac{U \cdot 3,6 \cdot n(R^2 - r^2)}{r^2}, \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}, \quad (4.19)$$

trong đó n - số tầng; R - bán kính xiclôn, m; r - bán kính lỗ thu cạn, m.

Tính toán xiclôn nhiều tầng được thực hiện theo trình tự sau đây:

- Trên đồ thị động học lắng theo hiệu suất cần thiết làm sạch, xác định độ lớn thủy lực của hạt cần giữ lại. Cho trước số tầng n và kích thước của xiclôn theo công thức (4.19) xác định tải trọng thủy lực q của mỗi xiclôn;

- Theo lưu lượng tổng cộng của nước thải người ta xác định số xiclôn công tác cần thiết.

Ví dụ: Cần tính toán xiclôn nhiều tầng theo yêu cầu xử lý phải tách ra các hạt có độ lớn thủy lực $u = 0,6 \text{ mm/s}$. Lưu lượng nước thải $1500 \text{ m}^3/\text{h}$.

Giải. Chọn đường kính xiclôn 5 m ($R = 2,5 \text{ m}$) số tầng $n = 10$; bán kính lỗ thu cạn $r = 0,7 \text{ m}$.

Tải trọng thủy lực của mỗi xiclôn theo công thức (4.19) sẽ là:

$$q = 0,6 \cdot \frac{3,6 \cdot 10 (2,5^2 - 0,7^2)}{2,5^2} = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}.$$

Công suất của xiclôn là $Q = q \cdot 0,785 \cdot D^2 = 400 \text{ m}^3/\text{h}$.

Số xiclôn cần thiết là: $N = 1500 : 400 = 3,75$

Chọn $N = 4$ xiclôn thủy lực.

Chương 5

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC

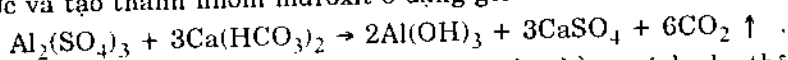
Trong nhiều trường hợp xử lý hóa học là giai đoạn sơ bộ trước khi làm sạch sinh hóa.

Tùy thuộc đặc tính các chất bẩn, để làm sạch nước người ta dùng các phương pháp: đông tụ, trung hòa và oxi hóa.

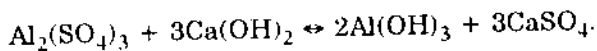
5.1. PHƯƠNG PHÁP ĐÔNG TỤ

Để tăng nhanh quá trình lắng các chất lơ lửng phân tán nhỏ, keo, thậm chí cả nhựa nhũ tương polime và các tạp chất khác, người ta dùng phương pháp đông tụ. Khi đó nồng độ chất lơ lửng, mùi, màu sẽ giảm xuống. Các chất đông tụ thường dùng là nhôm sunfat, sắt sunfat, sắt clorua,...

Nhôm sunfat khi cho vào nước sẽ tác dụng tương hỗ với bicacbonat chứa trong nước và tạo thành nhôm hidroxit ở dạng gel:

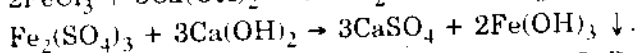
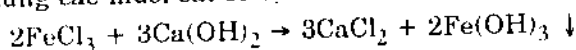


Nếu độ kiềm của nước không đủ ta phải tăng lên bằng cách cho thêm vôi, khi đó:



Bông hidroxit tạo thành sẽ hấp phụ và dính kết các chất huyền phù, các chất ở dạng keo trong nước thải tức là chuyển sang trạng thái tập hợp không ổn định. Với các điều kiện thủy động học thuận lợi, những bông đó sẽ lắng xuống đáy bể lắng ở dạng cặn.

Khi dùng các muối sắt sẽ tạo thành sắt hidroxit không hòa tan:



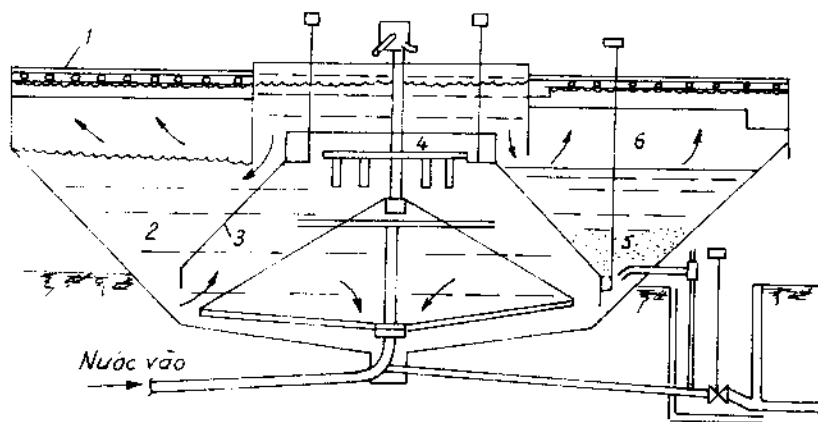
Hiệu suất đông tụ cao nhất khi giá trị pH = 4 - 8,5. Để loại các bông lớn và dễ lắng người ta cho thêm các chất trợ đông tụ. Đó là chất cao phân tử tan trong nước và dễ phân ly thành ion. Tùy thuộc vào các nhóm ion khi phân ly mà các chất trợ đông tụ có điện tích âm hoặc dương (các chất trợ đông tụ loại anion hoặc cation). Chất trợ đông tụ thông dụng nhất là poliacylarnit $(\text{CH}_2\text{CHCONH}_2)_n$. Chất trợ đông tụ vô cơ loại anion là natri silicat hoạt tính và nhiều chất khác.

Đa số chất bẩn hữu cơ, vô cơ dạng keo trong nước thải có điện tích âm và do đó nếu dùng các chất trợ đông tụ cation sẽ không cần phải keo tụ sơ bộ trước đó nữa.

Việc chọn loại hóa chất, liều lượng tối ưu của chúng, thứ tự cho vào nước, lượng cần tạo thành,... phải được tiến hành bằng thực nghiệm. Thông thường liều lượng chất trợ đông tụ cho vào trong khoảng 1 - 5 mg/l.

Để phản ứng diễn ra hoàn toàn và tiết kiệm phải khuấy trộn đều hóa chất với nước thải. Liều lượng hóa chất cho vào bể trộn được đo bằng rotamet. Thời gian nước lưu lại trong bể trộn khoảng 1 - 5 ph. Thời gian cần thiết để nước thải tiếp xúc với hóa chất cho tới khi bắt đầu lắng sau đó dao động trong khoảng 20 - 60 ph, trong khoảng thời gian này các chất hóa học có tác dụng và sẽ diễn ra quá trình đông tụ và tạo bông.

Để xáo trộn nước thải với hóa chất và tạo được bông người ta dùng một số loại máy trộn khác nhau, một trong những thiết bị đơn giản nhất là máy trộn cánh quạt cơ giới, khi làm việc, nước thải sẽ chuyển động vòng và tạo bông dễ dàng ở toàn bộ thể tích.



Hình 5.1. Bể lắng trong kết hợp đông tụ có thanh gạt cơ giới để xả cặn:

- 1- các máng ly tâm để thu nước; 2- lớp cặn lơ lửng; 3- tấm chắn ổn định dòng;
- 4- máy khuấy hướng trục; 5- ngăn nén cặn; 6- vùng nước trong

Những thiết bị đảm bảo thực hiện ba giai đoạn chính: xáo trộn; đông tụ (kết bông) và lắng trong nước là một tổ hợp thống nhất. Những công trình hiện đại có thể đồng thời thực hiện tất cả các quá trình cơ bản nên có năng suất cao. Ở các nước người ta thường dùng bể lắng trong kết hợp đông tụ là: bể lắng

trong có tầng lơ lửng (h.5.1) và bể lắng trong có lớp huyền phù dạng bông và tuần hoàn nước (h.5.2).

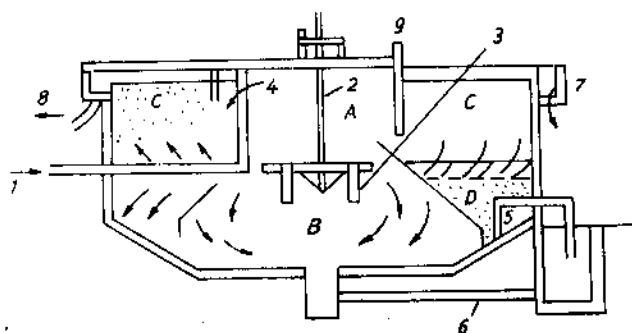
Ở bể trong hình 5.1, hóa chất và nước thải được trộn đều ở ngăn trung tâm sau đó nhờ cánh hướng trục được đẩy xuống ngăn có lớp lơ lửng.

Ở bể trong hình 5.2, quá trình bắt đầu diễn ra từ việc xáo trộn lẫn đầu giữa nước thải, hóa chất và huyền phù dạng bông tuần hoàn ở đáy bể rồi tiếp đến là xáo trộn lẫn hai, rồi tới ngăn phản ứng. Từ đó nước lại chảy sang ngăn lắng trong với lớp huyền phù lơ lửng.

Phần huyền phù đã nén và thừa được xả đi, phần chính còn lại sẽ trở về ngăn trộn ban đầu.

Thời gian tổng cộng nước lưu lại trong bể dao động trong khoảng lớn 1 - 4h, tùy thuộc loại nước thải.

Trong thời gian đó diễn ra việc khuấy trộn, tạo bông và lắng. Nếu ba quá trình này thực hiện ở các công trình riêng lẻ thì thời gian tổng cộng phải từ 2,5 - 6,5 h.



Hình 5.2. Bể lắng trong kết hợp với đồng tự

A - ngăn phản ứng; B - vùng xáo trộn; C - vùng lắng trong; D - vùng cặn lơ lửng; 1- nước vào; 2- máy khuấy; 3- khe hình trụ để điều chỉnh tốc độ nước tuần hoàn; 4- đập tràn ổn định dòng; 5- ngăn nén cặn; 6- xả cặn đáy; 7- máng thu nước ly tâm; 8- xả nước trong; 9- cho phèn

Cả hai loại công trình thường có dạng tròn hoặc vuông trên mặt bằng. Các ngăn trộn và tạo bông đặt ở trung tâm. Trong ngăn trộn người ta đặt máy trộn cánh quạt để trộn nước thải chảy vào với cặn tích lũy trong công trình và giữ cho các hạt cặn ở trạng thái lơ lửng.

Xả nước thải vào ngăn trộn và tạo bông tại điểm trên hoặc dưới máy trộn. Thể tích ngăn tạo bông thường tính với thời gian nước lưu lại trong đó là 20 - 40 ph.

Ở các bể lắng trong loại một chỉ có một vách ngăn hình trụ hoặc phễu,

vách chia công trình thành hai phần: ngăn trộn và tạo bông ở trung tâm, ngăn xung quanh để nước thải tiếp xúc với cặn và lắng trong. Vách ngăn bên trong không chạm tới đáy bể, do đó nước từ ngăn tạo bông chảy xuống dưới ngăn xung quanh.

Trong các bể loại hai, người ta đặt hai vách ngăn để tạo thành hai vùng tạo bông: vùng thứ nhất trước máy trộn và vùng thứ hai sau máy trộn. Tường trong ngăn tạo bông thứ nhất gần chạm đáy bể, khi máy trộn quay, nước sẽ cùng với cặn ở vùng tiếp xúc xung quanh hút qua khe hở tạo ra. Việc hút đó đảm bảo từ 2 đến 3 lần tuần hoàn cặn.

Ở các bể lắng trong có tầng lọc lơ lửng, tốc độ thẳng đứng của dòng chảy nằm trong khoảng 0,25 - 0,5 mm/s; còn ở các bể với tuần hoàn từ 1,4 - 2,8 mm/s. Thanh gạt cặn lắng xuống đến hố trung tâm thường đặt trên một trục chung với máy trộn. Vì vậy cả hai thiết bị có thể chung một dây dẫn điện. Việc xả cặn từ hố được tiến hành tự động.

Các bể lắng với tuần hoàn cặn có thiết bị nén cặn đặc biệt để nén lượng hạt bông thừa. Việc xả cặn từ ngăn nén cặn cũng được tiến hành tự động.

5.2. PHƯƠNG PHÁP TRUNG HÒA

Nước thải sản xuất của nhiều lĩnh vực công nghiệp có chứa axit hoặc kiềm. Để ngăn ngừa hiện tượng xâm thực ở các công trình thoát nước và tránh cho các quá trình sinh hóa ở các công trình làm sạch và trong hồ, sông, không bị phá hoại, người ta phải trung hòa các loại nước thải đó. Trung hòa còn được tiến hành với mục đích làm cho một số muối kim loại nặng lắng xuống và tách khỏi nước thải.

Phương châm đầu tiên là phải tính đến khả năng trung hòa lẫn nhau giữa các loại nước thải chứa axit và kiềm, hoặc khả năng dự trữ kiềm của nước thải sinh hoạt và nước sông. Thực tế được coi là đã trung hòa nếu hỗn hợp có $\text{pH} = 6,5 - 8,5$.

Quá trình trung hòa được thực hiện trong các bể trung hòa kiểu làm việc liên tục hoặc gián đoạn theo chu kỳ. Về cấu tạo các loại bể này có thể kết hợp với các bể lắng. Khi điều kiện địa phương thuận lợi, nước thải sau khi đã trung hòa có thể cho lắng ở các hồ lắng tập trung, các hồ này có thể tích để trữ được lượng cặn trong vòng 10 - 15 năm. Phải dựa trên cơ sở so sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật để chọn biện pháp lắng (bể lắng trong hoặc hồ lắng...).

Thể tích cặn lắng phụ thuộc vào nồng độ axit, ion kim loại nặng trong nước thải, vào dạng và liều lượng hóa chất, vào mức độ lắng trong,... Khi trung hòa nước thải bằng vôi sữa chế biến từ vôi thị trường (chứa 50% CaO hoạt tính) sẽ tạo nhiều cặn nhất.

Bảng 5.1. Lượng cặn tạo ra khi trung hòa nước thải bằng vôi

Nồng độ axit, ion kim loại nặng, kg/m^3	5	10	15	20	40
Thể tích cặn, % thể tích nước được trung hòa	9	14	18	21	30

Để làm khô cặn người ta dùng sản phôi, máy ly tâm, máy lọc ép chân không hoặc máy lọc thường. Sản phôi được xây dựng hở (lộ thiên) không có ống thu nước ở dưới.

Thời gian xử lý cặn bằng máy ly tâm với tốc độ quay $n = 1450$ vg/ph không quá 5 ph. Cặn nên chiếm 20% thể tích ban đầu của nó.

Có thể làm khô cặn trong các máy lọc chân không, nếu độ ẩm ban đầu không quá 95%, công suất máy lọc chân không không quá $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ trên 1m^2 bề mặt lọc. Độ ẩm của cặn đã xử lý chừng 70%.

Làm khô cặn trong các máy ép lọc được tiến hành với áp suất công tác 4 - 10 at. Công suất của máy đạt tới $0,025 - 0,05 \text{ m}^3/\text{h}$ trên 1m^2 diện tích lọc. Độ ẩm của cặn đã xử lý là 50 - 70%. Việc chọn biện pháp trung hòa phụ thuộc vào lượng nước thải, chế độ thải nước và nồng độ của nó, vào hóa chất có ở địa phương (bảng 5.2).

Bảng 5.2. Điều kiện sử dụng các biện pháp trung hòa

Loại axit	Nồng độ axit, g/l	Phương pháp trung hòa					Trộn với nước thải có kiềm
		Bằng hóa chất vôi tôi	Bằng hóa chất đá vôi	Bằng lọc qua đá vôi	Bằng lọc qua dolomit	phần	
Axit sunfonic	< 1,2	+	0	-	+	+	+
	> 1,2	+	-	-	-	-	+
Axit clohidric và axit nitric	-	+	+	+	+	+	+
Axit cacbonic và các axit yếu khác	-	+	-	-	-	-	+

Ghi chú: + dùng được; 0: không dùng được; - : không nên dùng.

Người ta biểu thị nồng độ axit và kiềm bằng g/l, đương lượng gam/l (dlg/l) hoặc %.

Khi tính toán để trung hòa, biểu thị nồng độ bằng % thì tiện hơn.

Nếu nồng độ C của chất được biểu thị bằng g/l khi chuyển sang dlg/l thì

theo phương trình:

$$b = \frac{C}{E} \quad (5.1)$$

trong đó E - trọng lượng đương lượng 1 đlg.

Đặt $1/E = a$ ta có $b = a.c$ đlg/l (đương lượng gam axit bằng tỷ số phân tử gam của nó với tích của số nguyên tử hidro của axit tham gia phản ứng và hóa trị của hidro).

Ví dụ: Với axit sunfuric $E = 49\text{g/l} = 1 \text{ đlg/l}$, $a = 0,024$. Nếu trong nước thải chứa 1 g/l H_2SO_4 , nồng độ b của nó là $b = 0,0204.1 = 0,0204 \text{ đlg/l}$.

Đương lượng gam kiềm bằng tỷ số giữa phân tử gam của nó với tích số số ion hidroxyt tham gia phản ứng và hóa trị ion hidroxyt. Nếu nồng độ chất biểu thị bằng $p\%$ thì ($b = 10 ap$) hoặc nếu ký hiệu $10a = m$ thì

$$b = mp, \left(p = \frac{C}{10}\right)$$

Như vậy nếu lượng axit sunfuric chứa trong nước thải với tỷ lệ 1% thì nồng độ đương lượng của nó là:

$$b = 10.0,02404 \cdot 1 = 0,204 \text{ đlg/l}.$$

Giá trị các hệ số a , m đối với một số loại axit và kiềm (khi nồng độ của chúng tính bằng g/l hoặc %) lấy theo bảng 5.3.

Bảng 5.3. Giá trị các hệ số a , m để chuyển nồng độ g/l hoặc % của một số axit và kiềm

Tên axit hoặc kiềm	E	a	m
Axit:			
sunfuric	49,04	0,0204	0,204
clohidric	36,47	0,0277	0,277
nitric	63,01	0,0159	0,159
Kiềm:			
NaOH	40,01	0,025	0,25
KOH	56,01	0,0179	0,179
Vôi:			
Ca(OH)_2	37,05	0,0270	0,27
CaO	28,04	0,0357	0,357
Amoniac	17,00	0,0509	0,509

Ở một vài xí nghiệp công nghiệp khi xác định liều lượng hóa chất để trung hòa loại nước thải có chứa kim loại nặng cần phải bổ sung thêm một lượng cần thiết để kim loại nặng lắng được. Liều lượng hóa chất bổ sung phụ thuộc vào trọng lượng đương lượng kim loại. Khi tính toán sơ bộ có thể lấy:

Chì Pb: 103,6

Niken Ni: 29,35

Kẽm Zn : 32,69

Đồng Cu: 31,78

Ví dụ: Nước thải chứa K kg axit sunfuric và H kg niken. Cần xác định lượng canxi oxit để trung hòa axit và để kim loại lắng xuống.

Giải. Lượng canxi oxit để trung hòa H_2SO_4 : $\frac{K}{49,04} \cdot 28$ kg .

Lượng canxi oxit để niken lắng xuống: $\frac{H}{29,35} \cdot 28$ kg .

Lượng canxi oxit tổng cộng cần thiết:

$$\frac{K}{49,04} \cdot 28 + \frac{H}{29,35} \cdot 28 = \left(\frac{K}{49,04} + \frac{H}{29,35} \right) \cdot 28 \text{ kg .}$$

Nước thải chứa kiềm phải trung hòa bằng cách cho thêm axit, các số liệu tính toán liều lượng axit để trung hòa kiềm như ở bảng 5.4.

Bảng 5.4. Lượng axit cần để trung hòa 1g kiềm

Kiềm	Lượng axit 100%, g		
	H_2SO_4	HCl	HNO_3
NaOH	1,22	0,91	1,57
KOH	0,88	0,65	1,13
$Ca(OH)_2$	1,32	0,99	1,70

Việc trung hòa nước thải sản xuất bằng hóa chất có khối lượng lớn vì thành phần và lưu lượng nước thải trong các trạm trung hòa dao động rất lớn trong ngày đêm. Bên cạnh việc xây dựng các bể điều hòa với thể tích lớn còn phải có thiết bị tự động điều chỉnh lượng hóa chất cho vào. Thông số chính để điều chỉnh trong nhiều trường hợp là đại lượng pH của nước thải. Nó là chỉ số khách quan trong quá trình trung hòa, cho phép dễ dàng xác định và điều chỉnh liều lượng hóa chất một cách liên tục. Giá trị pH phụ thuộc vào nồng độ kiềm, axit. Đó là mối liên hệ không tuyến tính. Vì vậy muốn xác định mối liên hệ đó phải tiến hành thực nghiệm với từng loại nước thải. Việc tính toán bằng lý thuyết rất khó vì trong nước thải sản xuất có nhiều hợp chất hữu cơ, axit và muối phân ly yếu, có ảnh hưởng đến việc đo pH bằng điện hóa học.

5.2.1. Trung hòa bằng cách trộn nước thải chứa axit và nước thải chứa kiềm

Chế độ thải nước có kiềm và axit của các nhà máy xi nghiệp rất khác nhau. Nước thải chứa axit thường được thải một cách điều hòa ngày đêm và có nồng

độ nhất định. Nước thải chứa kiềm lại thải theo chu kỳ, một hoặc hai lần trong một ca tùy theo chế độ công nghệ. Do đó đối với nước thải chứa kiềm phải xây bể điều hòa. Thể tích của nó phải đủ để chứa lượng nước thải có kiềm trong ngày đêm. Từ bể chứa điều hòa, nước thải có kiềm được xả một cách đều đặn vào ngăn phản ứng. Ở đó nhờ khuấy trộn chung với ngăn axit nên quá trình trung hòa được thực hiện.

Sự cân đối về lượng giữa nước thải chứa axit và lượng nước thải chứa kiềm được xác định theo từng chu kỳ, chẳng hạn một ngày đêm.

Ví dụ: Nước thải của trạm axit sunfuric có hàm lượng theo dung dịch chuẩn độ H_2SO_4 là 37 ml/l và thải ra đều đặn trong ngày đêm. Toàn bộ lượng nước thải chứa H_2SO_4 là $1500 m^3/ngày\ đêm$.

Nước thải sau khi làm sạch kiềm được xả ra không điều hòa với một lượng là $62 m^3/ngày\ đêm$ và chứa 436 ml/l dung dịch kiềm chuẩn độ NaOH.

Theo các số liệu trên, lượng H_2SO_4 100% trong nước thải là:

$$\frac{37.49,04}{1000} = 1,81 g/l\ H_2SO_4$$

Tổng lượng axit trong nước thải là:

$$1,81 \cdot 1500 = 2715\ kg/ngày\ đêm.$$

Hàm lượng kiềm tự do trong nước thải là:

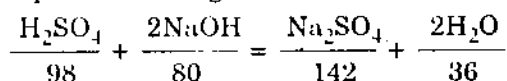
$$\frac{436}{1000} = 17,44 g/l\ NaOH$$

Tổng hàm lượng NaOH chứa trong nước thải là:

$$17,44 \cdot 62 = 1080\ kg/ngày\ đêm.$$

Vì lượng nước chứa kiềm được xả ra không đều trong ngày đêm nên phải cho chúng vào bể điều hòa. Dung tích bể phải chứa đủ lượng nước thải ngày đêm. Từ bể chứa người ta xả nước kiềm vào nước chứa axit.

Khí đó quá trình trung hòa sẽ diễn ra theo công thức:



Nước thải chứa kiềm với lượng 1080 kg sẽ trung hòa được:

$$\frac{1080}{80} \cdot 98 = 1323\ kg\ H_2SO_4.$$

Trong nước thải còn lại: $2715 - 1323 = 1392\ kg\ H_2SO_4$.

Lượng nước đó cần được trung hòa tiếp tục nhờ độ kiềm của nước sông hồ hoặc bằng cách cho thêm hóa chất nếu cần thiết. Khi xả nước chứa kiềm và nước chứa axit một cách không điều hòa thì phải xây dựng hai bể điều hòa (một bể cho nước chứa axit, một bể cho nước chứa kiềm).

5.2.2. Trung hòa nước thải bằng cách cho thêm hóa chất

Nếu nước thải chứa quá nhiều axit hay kiềm tới mức không thể trung hòa bằng cách trộn lẫn chúng với nhau được thì phải cho thêm hóa chất.

Phương pháp này thường dùng để trung hòa axit. Hóa chất để trung hòa thường là phế liệu của công nghiệp địa phương. Ví dụ: cặn của trạm làm sạch nước bằng phương pháp hóa học của nhà máy nhiệt điện (phấn trong nước) và các loại nước kiềm khác. Khi không có những phế liệu tại chỗ thì phải dùng các hóa chất khác. Chọn loại hóa chất nào phải căn cứ vào đặc tính của nước thải, nồng độ của nước và xét xem muối tạo thành khi trung hòa có thể lắng cặn được không hay ở dạng hòa tan.

Để trung hòa các loại axit vô cơ có thể dùng bất kỳ loại kiềm nào có ion hydroxyl (OH^-) trong dung dịch. Hóa chất rẻ nhất là $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ở dạng nhão hay vôi sữa), CaCO_3 và MgCO_3 ở dạng bột, hồ; dolômit; còn NaOH và xô đa Na_2CO_3 người ta chỉ dùng khi chúng là *phế liệu địa phương*.

Để trung hòa các loại axit hữu cơ thường dùng vôi tôi (dung dịch vôi 5 - 10%) hoặc dung dịch vôi tôi với nước amoniac NH_4OH kỹ thuật 25%. Cho thêm nước amoniac sẽ tạo thêm điều kiện cho quá trình sinh hóa sau đó diễn ra tốt và giảm được hàm lượng cặn vôi.

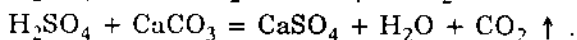
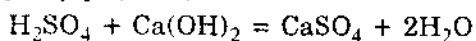
Người ta phân ra ba loại nước thải có chứa axit:

- nước thải chứa axit mạnh (HCl , HNO_3), các muối canxi của chúng dễ tan trong nước;
- nước thải chứa axit mạnh (H_2SO_4 , H_2CO_3), các muối canxi của chúng khó tan trong nước;
- nước thải chứa các axit yếu (CH_3COOH).

Để trung hòa các axit mạnh mà muối canxi của chúng dễ tan trong nước, có thể dùng bất kỳ loại kiềm nào kể trên.

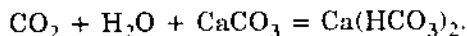
Khi trung hòa các axit mạnh, muối canxi của chúng khó tan trong nước và không những ở dạng lắng cặn mà còn đóng một lớp dày trên bề mặt vật liệu, nếu nồng độ cao sẽ làm cản trở quá trình phản ứng.

Cần lưu ý nhất là khi phải trung hòa axit sunfuric, phản ứng trung hòa trong trường hợp này phụ thuộc vào hóa chất và diễn ra theo phương trình:



Độ hòa tan của canxi sunfat (thạch cao) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tạo thành khi trung hòa được biểu thị ở bảng 5.5, với nồng độ cao nó sẽ lắng cặn (kết tủa).

Khi trung hòa các axit mạnh bằng muối cacbonat sẽ tạo thành axit cacbonic. Axit này sẽ kết hợp với CaCO_3 dư để tạo thành canxi bicacbonat



Nhưng phản ứng này diễn ra rất chậm nên khi phản ứng trung hòa axit mạnh đã kết thúc rồi, mới chỉ có một phần không đáng kể cacbonic kịp tham gia phản ứng. Các axit yếu khác cũng như cacbonic, phản ứng với cacbonat rất chậm.

Bảng 5.5. Độ hòa tan của canxi sunfat trong nước

Nhiệt độ của nước, °C	Độ hòa tan, g/l	
	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CaSO_4
0	1,76	1,39
0	1,93	1,53
18	2,02	1,60
25	2,08	1,65
30	2,09	1,66
40	2,11	1,67

Lượng kiềm và muối theo lý thuyết cần để trung hòa axit được dẫn ra ở bảng 5.6.

Bảng 5.6. Lượng kiềm và muối để trung hòa 1 g axit (m_1)

Loại axit	Lượng kiềm và muối, g					
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	CaO	NaOH	CaCO_3	MgCO_3	Na_2CO_3
Axit nitric	0,59	0,45	0,64	0,79	0,668	0,84
Axit clohidric	1,01	0,77	1,10	1,37	1,15	0,45
Axit sunfuric	0,755	0,57	0,82	1,02	0,86	1,08
Axit sunfurơ		0,88	1,20			1,65
Axit picric	0,169	0,122	0,175	0,218		0,231
Axit axetic	0,616	0,466	0,666	0,83		0,81

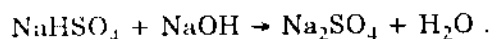
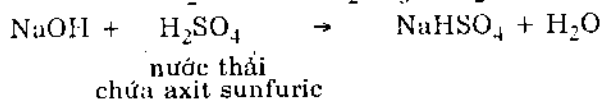
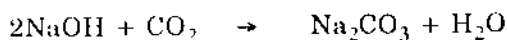
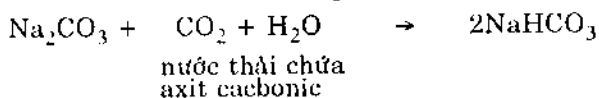
Liều lượng hóa chất được xác định theo điều kiện trung hòa hoàn toàn axit tự do và lấy lớn hơn so với tính toán một chút. Ví dụ, nếu trung hòa nước thải chứa H_2SO_4 bằng vôi sữa phải lấy hơn lượng tính toán 5 - 10% theo canxi oxit hoạt tính hoặc 40-50% theo lượng vôi khô. Thực tế thường lấy 1 phần trọng lượng vôi cho 1,5 trọng lượng H_2SO_4 , 1 phần trọng lượng vôi cho 1 phần trọng lượng HCl và HNO_3 .

Để trung hòa nước thải chứa axit với lưu lượng nhỏ 200 m³/ngày đêm có

thể dùng dung dịch xút, xô đa,...

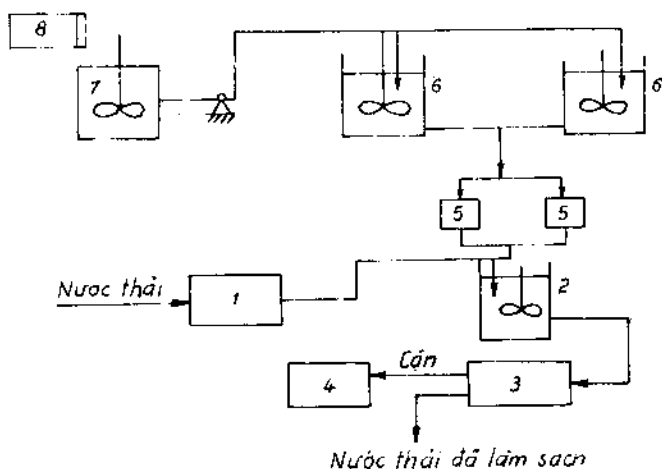
Khi dùng các loại dung dịch kiềm này, chỉ cần một lượng nhỏ cũng đủ đảm bảo yêu cầu trung hòa vì các phản ứng diễn ra nhanh và mạnh hơn so với vôi hoặc đá vôi. Một điểm nữa là sản phẩm tạo ra sau phản ứng là chất tan và không làm tăng độ cứng của nước ở nguồn tiếp nhận. Xút thường tác dụng hết và tạo chân không trong bơm nước thải chứa axit. Phương pháp này chỉ phù hợp với nước thải chứa axit với lưu lượng nhỏ. Với lượng nước thải chứa axit có lưu lượng lớn, đòi hỏi phải có bể lớn để chứa xút và thiết bị đo số, công kênh.

Khi dùng xút hoặc natri cacbonat để trung hòa nước thải chứa axit cacbonic hoặc axit sunfuric sẽ diễn ra các phản ứng sau:



Các phản ứng trung hòa này đều diễn ra theo hai bước và sản phẩm cuối cùng tùy thuộc vào giá trị pH mong muốn. Chẳng hạn, khi xử lý nếu pH = 6 thì NaHSO₄ hình thành với tỷ lệ nhiều hơn, nếu pH = 8 thì Na₂SO₄ hình thành với tỷ lệ nhiều hơn.

Có thể dùng vôi ở dạng vôi sữa (phương pháp định liều lượng ướt) hoặc ở



Hình 5.3. Sơ đồ trạm trung hòa

dạng vôi bột khô (phương pháp định liều lượng khô).

Người ta cũng dùng vôi nghiền, phấn hoặc dolômit với kích thước hạt không quá 0,5mm (phương pháp định liều lượng khô) nhưng ít hơn.

Với công suất của trạm trên 5 tấn/ngày đêm theo axit sunfuric thì dùng vôi lò lợi hơn.

Đối với trạm có lượng axit chảy vào hệ thống thoát (khoảng dưới 5 - 7 tấn/ngày đêm) hợp lý nhất là trung hòa bằng vôi sữa (h.5.3)

Các công trình chính trong trạm này là: bể chứa - điều hòa nước axit và kiềm 1; các ngăn phản ứng - bể trung hòa 2; bể lắng nước thải đã trung hòa - bể chứa, đồng thời làm bể lắng và chứa cặn 3; công trình để làm khô cặn 4; thiết bị định liều lượng hóa chất 5; thùng dung dịch 6; máy để tôi vôi 7; kho vôi sống 8.

Để trộn vôi sữa phải dùng bơm khí khối lượng lớn hoặc dùng máy trộn cơ giới khí thể tích nhỏ.

Thành phần các công trình và các thiết bị của trạm trung hòa, tùy thuộc vào lưu lượng và nồng độ axit, và các tạp chất cơ học nặng khác. Để loại các tạp chất đó phải có bể lắng cát trước bể điều hòa.

Việc chuẩn bị dung dịch vôi sữa công tác với nồng độ tới 10% CaO được thực hiện trong các thùng dung dịch. Các thùng được trang bị máy khuấy trộn quay với tốc độ không dưới 40 vg/ph. Ngoài ra người ta còn dùng không khí nén hoặc bơm để khuấy trộn.

Việc đưa dung dịch công tác vào nước thải được tiến hành nhờ bơm hoặc các thiết bị định lượng (kiểu phao, định mức trước với áp lực cố định,...). Các thiết bị định lượng phải cho vào chung một khối với máy đo pH, để đảm bảo cho trạm trung hòa làm việc tốt và liên tục. Để vận chuyển các dung dịch công tác người ta dùng các ống polietylen và bơm chịu axit. Tốc độ chuyển động các dung dịch trong ống phải không dưới 1,5m/s.

Tất cả các thiết bị của trạm trung hòa (hóa chất, thiết bị tôi vôi, thiết bị chuẩn bị vôi sữa và định liều lượng) phải đặt trong một nhà. Để khuấy trộn hóa chất vào nước thải người ta dùng bất kỳ loại bể trộn nào.

Thời gian tiếp xúc giữa nước thải và hóa chất trong bể phản ứng không quá 5 ph. Nếu trong nước axit có những ion kim loại nặng có thể tăng tới 30 ph. Nếu lượng nước thải không lớn người ta dùng những bể trung hòa kiểu tiếp xúc (tức là làm việc gián đoạn theo định kỳ). Nếu lưu lượng nước thải khá lớn, dùng bể trung hòa hoạt động liên tục.

Để tách các hỗn hợp không tan canxi cacbonat và những hidroxit kim loại nặng trong nước thải, sau khi trung hòa có thể dùng loại bể lắng bất kỳ với

thời gian nước lưu lại trong bể là 2 h. Thời gian lắng có thể giảm bằng cách cho thêm các chất trợ đông tụ (như poliacrylamit) nhưng phải tuân theo những điều kiện tối ưu về liều lượng, độ pH của nước,...

5.2.3. Trung hòa nước thải chứa axit bằng cách lọc qua những lớp vật liệu trung hòa

Để trung hòa nước thải chứa HCl, HNO₃, kể cả nước thải chứa H₂SO₄ với hàm lượng dưới 5 g/l và không chứa muối kim loại nặng, người ta có thể dùng phương pháp lọc liên tục qua các bể với vật liệu lọc là đá vôi, magiêzit, đá hoa cương, dólômit, ... Kích thước các hạt vật liệu 3 - 8 cm. Tốc độ lọc tính toán phụ thuộc vào vật liệu, nhưng không quá 5m/h và thời gian tiếp xúc không dưới 10 ph. Khi trung hòa nước chứa H₂SO₄ bằng lọc qua lớp dólômit có thể lấy tốc độ lớn hơn, trong đó có thể dùng tác dụng động của dòng chảy để đưa các thạch cao và các phần tử dólômit (tạo thành trong quá trình lọc) ra khỏi bể lọc. Nước thải có thể chuyển động ngang hoặc đứng trong bể lọc.

Khi trung hòa nước thải trong bể lọc đứng, chiều cao tối thiểu của lớp vật liệu lọc được xác định theo công thức thực nghiệm của Voznhexenski S.A.

$$H = kd^n (3 + \lg b) \sqrt{v} \quad (5.2)$$

trong đó H - chiều cao lớp vật liệu lọc, cm; d - đường kính lớp vật liệu lọc, mm; b - nồng độ axit, dl/g; v - tốc độ lọc m/h; k và n - các hằng số thực nghiệm.

Đại lượng n tương đối cố định và trung bình bằng 1,47.

Đại lượng k phụ thuộc vào loại dólômit và dao động trong một khoảng tương đối lớn là 0,62 - 1,3.

Phương trình trên được dùng khi trung hòa H₂SO₄. Trong trường hợp trung hòa các loại axit khác, giá trị các hệ số thực nghiệm trong phương trình đó phải được xác định bằng thực nghiệm cụ thể.

Chiều dài bể lọc trung hòa ngang được xác định theo công thức

$$L = vt \quad (5.3)$$

trong đó L - chiều dài bể lọc, m; v - tốc độ chuyển động của nước thải trong bể lọc, chọn bằng 0,01 - 0,03 m/s; t - thời gian tiếp xúc giữa nước thải với vật liệu lọc, xác định theo công thức

$$t = \frac{6k \cdot d^{1.5}}{\sqrt{v}} (3 + \lg b), \text{ s} \quad (5.4)$$

ở đây d - đường kính trung bình vật liệu lọc, cm; b - nồng độ axit, dl/g; k - hệ số đặc trưng cho độ hoạt tính của dólômit.

Độ dốc cần thiết của bể lọc ngang được xác định theo công thức:

$$I = \frac{v^2}{dS^2 p_{0.2}^2} \quad (5.5)$$

trong đó v - tốc độ lọc của nước, cm/s; d - độ lớn vật liệu lọc, cm; p_0 - độ rỗng (hổng) của vật liệu lọc, $p_0 = 0,35 - 0,45$; S - hệ số phụ thuộc vào d và theo công thức Izbash sẽ bằng:

$$S = 20 - \frac{14}{d} \quad (5.6)$$

Tổn thất áp lực tổng cộng trong bể lọc:

$$h = il \quad (5.7)$$

Diện tích mặt cắt ngang của bể lọc:

$$f = \frac{q}{v}, \quad (5.8)$$

trong đó q - lưu lượng nước thải, m³/s; v - tốc độ lọc, m/s.

Tỷ số giữa chiều rộng B và chiều cao H của bể lọc được chọn phụ thuộc vào điều kiện địa phương.

Lượng vật liệu lọc (hóa chất) trong ngày đêm theo lý thuyết là:

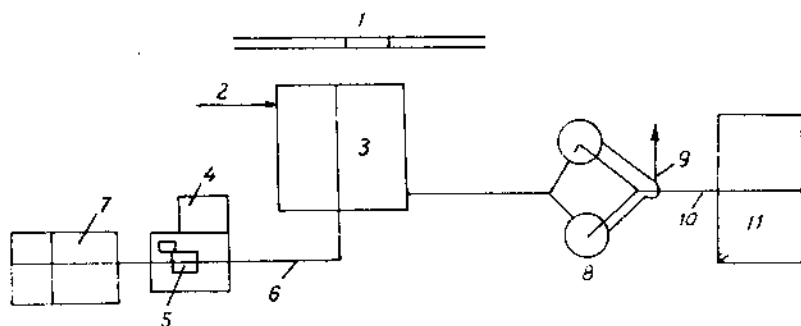
$$M = Q.m_1.C, \quad (5.9)$$

trong đó Q - lượng nước thải cần trung hòa, m³/ngày; m_1 - hệ số biến đổi lấy theo bảng 5.6; C - nồng độ axit hoặc kiềm, g/l hoặc kg/m³.

Bởi vì không bao giờ sử dụng hết 100% hoạt tính của vật liệu lọc cho nên trong thực tế lượng vật liệu lọc phải lấy cao hơn so với lý thuyết. Cụ thể đối với dolômít:

$$M_{11} = 1,5M. \quad (5.9a)$$

Thời gian làm việc theo lý thuyết của bể lọc



Hình 5.4. Sơ đồ công nghệ trạm trung hòa với bể lọc :

1- vận chuyển phế liệu sau khi lọc; 2- nước axit từ bể điều hòa; 3- bể lọc trung hòa; 4- phòng thí nghiệm; 5- máy nghiền; 6- đường ray; 7- kho dolômít; 8- bể lắng; 9- xả nước đã trung hòa vào hệ thống thoát nước; 10- ống dẫn cặn; 11- sân phơi khô cặn

$$t = \frac{P}{M_{tt}} \quad , \quad (5.10)$$

trong đó p - trọng lượng lớp vật liệu trung hòa trong bể lọc.

Sơ đồ trạm trung hòa như ở hình 5.4.

Ví dụ: Lượng nước thải cần trung hòa $Q = 100 \text{ m}^3/\text{ngày đêm}$, nồng độ axit HCl trong nước 5g/l, dùng đá vôi làm vật liệu lọc với hoạt tính 50%. Cần xác định lượng đá vôi.

Giải. Theo bảng 5.6, đối chiếu với HCl và CaCO_3 ta tìm được giá trị $m_1 = 1,37$.

Khi đó theo công thức (5.9):

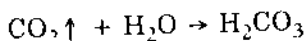
$$M = 100.1,37.5 = 685 \text{ kg/ngày đêm.}$$

Với độ hoạt tính của đá vôi thị trường 50%, lượng yêu cầu là:

$$M_{tt} = 685 : 0,5 = 1370 \text{ kg/ngày đêm.}$$

5.2.4. Dùng khí thải - khói từ lò hơi để trung hòa nước thải chứa kiềm

Thổi khí thải - khói từ lò hơi vào nước thải chứa kiềm là biện pháp khá kinh tế để trung hòa. Khói từ ống khói đã cháy tốt thường chứa khoảng 14% cacbon đioxit. Khí cacbon đioxit khi tan trong nước sẽ tạo thành axit cacbonic (axit yếu). Axit này sẽ phản ứng với nước thải chứa kiềm để trung hòa kiềm dư:

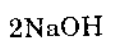


khí thải

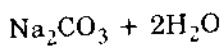
axit cacbonic



+



→



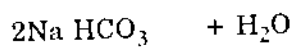
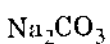
axit cacbonic

xút trong
nước thải

tro xô đa



+



axit cacbonic

tro xô đa

natri bicacbonat
trong nước thải

Thiết bị yêu cầu thường là quạt đặt trong ống khói, ống dẫn khí thải đưa về sục nước thải, thiết bị lọc để khử sunfua và giữ lại các hạt than chưa cháy, các chụp khuếch tán khí từ ống khói vào nước thải. Khí thải từ ống khói tác dụng với hidro sunfua từ nước thải. Loại khí H_2S này cần được cháy, hấp phụ và hút giữ lại trước khi thổi vào khí quyển để tránh gây độc hại môi trường.

5.3. PHƯƠNG PHÁP OXI HÓA - KHỬ

Các chất bẩn trong nước thải công nghiệp, có thể phân ra hai loại: vô cơ và hữu cơ. Các chất hữu cơ thường là đạm, mỡ, đường, các hợp chất chứa phenol, chứa nitơ,... Đó là những hợp chất có thể bị phân hủy bởi vi sinh vật, có thể

dùng phương pháp sinh hóa để xử lý nước thải. Đa số các chất vô cơ là những chất và những nguyên tố không thể xử lý bằng phương pháp sinh hóa được. Những ion kim loại nặng: đồng, kẽm, chì, niken, coban, sắt, mangan, crom,... không thể xử lý bằng vi sinh vật được, cũng không loại khỏi nước ở dạng cặn kết tủa được, chỉ có một phần hấp thụ vào bùn hoạt tính. Nhiều chất như thủy ngân, axen, xianua,... là những chất rất độc, không những không xử lý được bằng phương pháp sinh hóa mà còn tiêu diệt và khử những vi sinh vật có lợi - một tác nhân quan trọng để xử lý nước thải. Vì vậy để xử lý nước thải công nghiệp chứa các chất bẩn vô cơ độc hại trên đây, người ta thường dùng phương pháp hóa học hoặc hóa lý. Thông dụng nhất là phương pháp oxi hóa - khử.

5.3.1. Xử lý nước thải chứa xianua bằng phương pháp oxi hóa

Trong số các hợp chất độc hại trong nước thải công nghiệp thì các hợp chất xianua là điển hình và khá phổ biến. Đó là những muối đơn giản và phức hợp của axit xianhidric HCN.

Các hợp chất xianua thường chứa trong nước thải sản xuất thủy tinh hữu cơ, các phân xưởng hoặc xí nghiệp mạ (mạ đồng, kẽm); trong các nhà máy cơ khí chế tạo, các nhà máy luyện kim màu, trong nước thải làm sạch khí lò cao,... Nồng độ cho phép của xianua trong nước nguồn không được quá 0,1 mg/l (không kể nhóm CN có trong nước) ở dạng ion feri- và feroxianua $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ và $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$.

Để khử các hợp chất xianua trong nước thải, trước tiên ta phải xét thành phần và tính chất các hợp chất đó.

Các hợp chất xianua được phân thành năm nhóm sau:

a) *Các hợp chất xianua đơn giản, tan và độc*: axit xianhidric HCN và muối xianua: NaCN, KCN,...;

b) *Các hợp chất xianua đơn giản, không tan*: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CN}$, $\text{Fe}(\text{CN})_2$,... chúng ở dạng cặn phân tán nhỏ. Thường chúng ở dạng cặn phân tán nhỏ nên không độc, song thực ra khi chúng xâm nhập vào cơ thể, dưới tác dụng của môi trường axit của dịch vị chúng sẽ chuyển sang trạng thái đơn giản tan và gây nhiễm độc cơ thể. Thậm chí trong các hồ cặn chứa các chất xianua nhóm này, dưới tác dụng mưa, nắng, nhiệt độ,... chúng cũng chuyển sang trạng thái tan và độc;

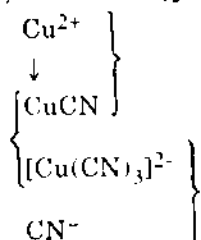
c) *Các phức chất xianua tan và độc* $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$, $[\text{Zn}(\text{CN})_3]^-$, $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$; trong đó ổn định nhất trong nước là $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$;

d) *Các phức chất xianua tan, không độc*: các phức chất feri- và feroxianua $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ và $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$. Những chất này thường gặp trong nước thải khi làm sạch khí lò cao, sau khi xử lý nước thải bằng sắt sunfat, cũng tương tự như

các hợp chất xianua đơn giản không tan, những phức chất này cũng dễ dàng chuyển thành các chất xianua đơn giản, tan và độc;

e) Các phức chất xianua không tan, không độc (trong điều kiện nhất định nào đó) như $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

Trong nước thải công nghiệp, thành phần và các chỉ tiêu hóa lý luôn luôn thay đổi. Do đó các dạng hợp chất xianua cũng sẽ thay đổi và chuyển hóa luôn. Chẳng hạn nếu trong nước có các ion xianua đơn giản độc thì sẽ không có các ion đồng hoặc ion kẽm ở trạng thái tự do. Ngược lại, nếu trong nước có dư những ion đồng hoặc chì thì lại không thể có những ion tự do của xianua đơn giản, độc, tan. Như vậy nếu viết một dãy



thì trong nước chủ yếu chỉ tồn tại các cặp cạnh nhau Cu^{2+} và CuCN kết tủa, CuCN kết tủa và $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$; CN^- . Nếu khi phân tích nước thải cho thấy vừa có ion xianua đơn giản, vừa có các ion đồng Cu^{2+} là điều đáng nghi ngờ và phải xét lại việc phân tích nước thải.

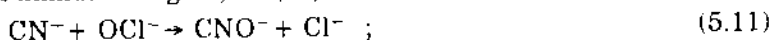
Chọn biện pháp xử lý nước thải chứa các hợp chất xianua phải dựa vào tính chất hóa lý của chúng. Một trong những biện pháp đó là oxi hóa xianua thành xianat, hoặc chuyển các hợp chất độc thành phức chất với sắt không độc, tức là thành phần feri - hoặc feroxianua hoặc tạo các cặn kết tủa từ những xianua đơn giản, phức chất rồi sau đó tách khỏi nước bằng phương pháp lắng hoặc lọc.

Ta hãy xét biện pháp oxi hóa xianua độc thành xianat không độc. Đó là biện pháp tốt nhất vì nhóm CN hoàn toàn không độc. Đó là biện pháp tốt nhất vì nhóm CN hoàn toàn bị phân hủy và nước sẽ không nhiễm bẩn trở lại bởi các hợp chất xianua.

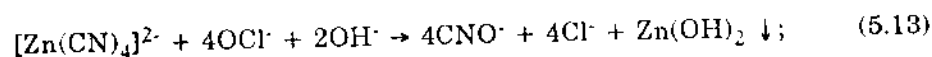
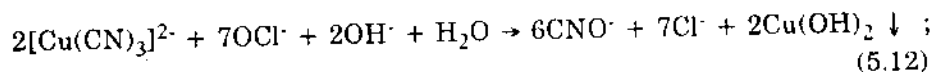
Để xử lý các hợp chất xianua đơn giản hoặc phức hợp với đồng, kẽm, có thể dùng các chất oxi hóa sau: với clorua CaOCl_2 , clo lỏng trong môi trường kiềm pemanganat, ozon, ... Các phản ứng oxi hóa diễn ra như sau:

1) Dùng hipoclorit:

- để oxi hóa xianua đơn giản, tan, độc:

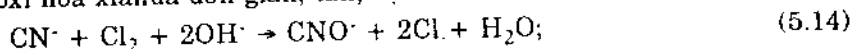


- để oxi hóa xianua phức hợp, tan, độc:

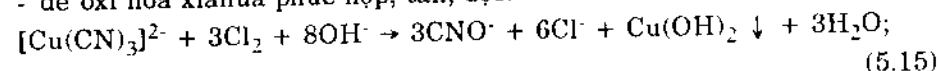


2) Dùng clo lỏng trong môi trường kiềm:

- để oxi hóa xianua đơn giản, tan, độc:

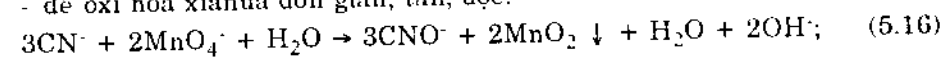


- để oxi hóa xianua phức hợp, tan, độc:

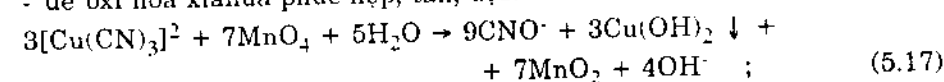


3) Dùng pecmanganat:

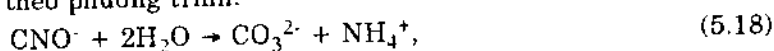
- để oxi hóa xianua đơn giản, tan, độc:



- để oxi hóa xianua phức hợp, tan, độc:

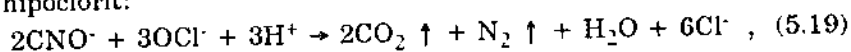


Những xianat CNO^- tạo thành sau phản ứng oxi hóa hoặc dần dần bị phân hủy trong nước theo phương trình:

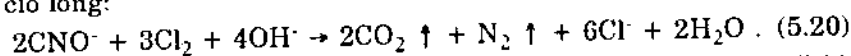


hoặc tiếp tục bị oxi hóa thành nitơ tự do N_2 và cacbonic CO_2 nếu bổ sung thêm chất oxi hóa vào. Chẳng hạn:

- với hipoclorit:

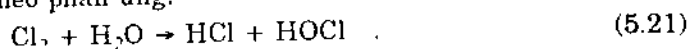


- với clo lỏng:

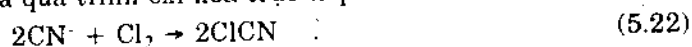


Cần chú ý rằng việc oxi hóa xianua thành xianat theo các phản ứng (5.11), (5.12), (5.13) diễn ra được là nhờ oxi nguyên tử tách ra từ các chất oxi hóa (chẳng hạn ion hipoclorit), chứ không phải oxi phân tử O_2 có trong thành phần của không khí. Vì vậy khi làm thoáng nước thải bằng cách thổi không khí vào thì xianua không thể bị oxi hóa được mà chỉ có một phần bị thổi đi mà thôi.

Khi dùng clo lỏng cũng phải lưu ý rằng: khi hòa tan clo vào nước sẽ xảy ra hiện tượng axit hóa theo phản ứng:



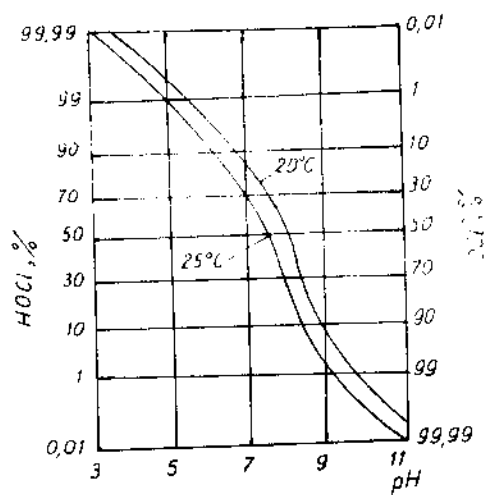
Tức là ngoài axit hipoclorơ còn tạo thành axit clohidric. Vì vậy khi dùng clo lỏng để oxi hóa xianua phải thường xuyên cho thêm kiềm để trung hòa axit clohidric tự do, nếu không đảm bảo điều kiện này rất có thể tạo thành cloxian một sản phẩm độc của quá trình oxi hóa trực tiếp xianua:



Điều kiện tối ưu để thực hiện oxi hóa xianua là $\text{pH} = 10-11$, vì nếu trong môi trường axit mạnh thì chỉ tồn tại clo phân tử. Nếu độ axit giảm xuống sẽ xuất hiện axit hipoclorơ và khi tăng pH với giá trị lớn hơn 7 thì trong dung dịch (môi trường) chỉ tồn tại ion hipoclorit. Khả năng oxi hóa của các chất rất khác nhau, chẳng hạn với clo khí Cl_2 thì thế năng oxi hóa trung bình là $+1,359\text{V}$, đối với HClO : $+1,5\text{V}$, đối với OCl^- : $+0,9\text{V}$. Tương chừng quá trình oxi hóa diễn ra mạnh trong môi trường axit yếu tức là tạo thành axit hipoclorơ với một lượng nhiều nhất, nhưng thực ra còn cả clo phân tử nữa mà clo phân tử sẽ bị phản ứng trực tiếp với xianua thành cloxian là một chất rất độc.

Mặt khác, trong môi trường kiềm mạnh ($\text{pH} > 11 - 12$) thì chỉ xuất hiện ion hipoclorit, nó có thế năng oxi hóa thấp nhất trong ba chất trên.

Như vậy giá trị pH tối ưu là $10 - 11$, với giá trị đó thì lượng clo phân tử sẽ ít nhất tức là không thể tạo thành cloxian được và đồng thời axit hipoclorơ cũng có một lượng vừa đủ mà nó lại có thế năng oxi hóa kém hơn ion hipoclorit. Hình 5.5 là đồ thị biểu diễn sự phân ly của HOCl trong nước với giá trị pH khác nhau.



Hình 5.5. Sự phụ thuộc vào độ pH của độ phân ly HOCl trong nước

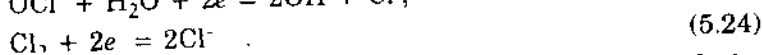
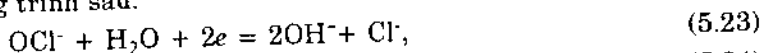
Từ phản ứng (5.19), ta thấy để oxi hóa xianat không cần phải giữ giá trị $\text{pH} = 10-11$, ngược lại giá trị tối ưu là 6,5. Do đó nếu trong nước thải, xianua đã oxi hóa thành xianat rồi thì cần tiến hành tiếp tục oxi hóa một chút nữa để việc oxi hóa xianat thành nitơ phân tử và CO_2 diễn ra một cách có hiệu quả.

Xác định liều lượng chất oxi hóa cần thiết:

Liều lượng phen cần thiết để oxi hóa xianua được xác định theo các phản ứng (5.11), (5.13) nếu chất oxi hóa là hipoclorit (với clorua, natri hipoclorit, canxi hipoclorit), clo lỏng trong môi trường kiềm, thì khả năng oxi hóa các chất cũng như liều lượng cần thiết của chúng được xác định theo hàm lượng clo hoạt tính.

Như ta đã biết: 1 đương lượng oxi hóa của oxi trong ion hipoclorit ứng với 2 nguyên tử clo, nghĩa là 2 nguyên tử gam của clo hoạt tính ứng với 1g ion OCl^-

theo các phương trình sau:



Từ phương trình (5.11) ta thấy 1 ion xianua đòi hỏi 1 ion hipoclorit (1 đương lượng oxi) hay 2 nguyên tử gam clo. Tương ứng nghĩa là: cứ 26 phần xianua đòi hỏi 71 phần clo hoạt tính. Vậy 1 phần xianua đòi hỏi $71/26 = 2,73$ phần clo hoạt tính. Hệ số 2,73 cho ta thấy lượng clo hoạt tính cần thiết để oxi hóa ion xianua đơn giản độc và hòa tan thành ion xianat không độc. Do đó trong nước thải có A mg/l xianua đơn giản, hòa tan, độc thì theo lý thuyết lượng clo hoạt tính là:

$$X_1 = 2,73 A \quad (5.25)$$

Cũng tương tự theo phương trình (5.12) ta thấy để oxi hóa 6 ion đồng xianua phức hợp cần 7 đương lượng oxi hay 14 nguyên tử gam clo hoạt tính: nghĩa là 26,6 phần xianua cần 71,7 phần clo hoạt tính, hay 1 phần xianua cần

$$\frac{71,7}{6,26} = 3,18 \text{ phần clo hoạt tính}$$

Nếu trong nước thải có B mg/l đồng xianua phức hợp, tính chuyển sang CN^- , thì theo lý thuyết lượng clo hoạt tính là

$$X_2 = 3,18 B \quad (5.26)$$

Tương tự theo phương trình (5.13) để oxi hóa 4 ion kẽm xianua cần 4 đương lượng oxi hay 8 nguyên tử gam clo hoạt tính. Suy ra một phần xianua cần 2,73 phần clo hoạt tính. Nếu trong nước thải chứa C mg/l kẽm xianua phức hợp tính chuyển sang CN^- , thì theo lý thuyết lượng clo hoạt tính là:

$$X_3 = 2,73 C \quad (5.27)$$

Khi xử lý nước thải chứa cả ba loại xianua đơn giản, phức hợp tan thì lượng clo hoạt tính cần thiết sẽ là:

$$X_{\text{Cl}} = 2,73 (A + C) + 3,18 B \quad (5.28)$$

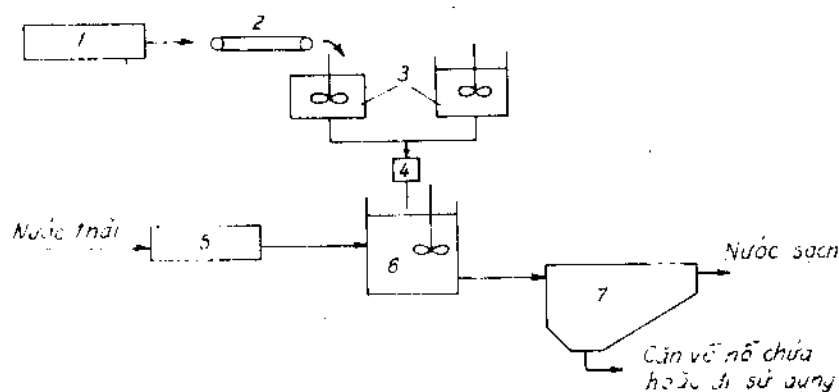
Với clorua thì trường chỉ chứa 33% clo hoạt tính (loại một). Canxi hipoclorit $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ chứa 60% clo hoạt tính. Vậy lượng hóa chất cần thiết thực tế sẽ là:

$$X = \frac{X_{\text{Cl}} \cdot 100Q}{1000a} \cdot n = \frac{X_{\text{Cl}} Q_n}{a \cdot 10} \quad (5.29)$$

trong đó X - lượng hóa chất thị trường cần thiết thực tế, kg/ngày đêm; X_{Cl} - lượng clo hoạt tính cần thiết để oxi hóa tính theo phương trình trên, mg/l hoặc g/m³; Q - lượng nước thải chứa xianua, m³/ngày đêm; a - hàm lượng clo hoạt tính trong hóa chất thị trường, %; n - hệ số hóa chất dư, n = 1,2 - 1,3.

Thường trong nước thải ngoài xianua còn có các tạp chất khác có thể bị

oxi hóa bởi hóa chất cho vào, vì vậy hệ số n phải xác định với từng loại nước thải cụ thể bằng cách tiến hành clo hóa thử. Dung dịch công tác thường được chuẩn bị dưới dạng 5% nồng độ clo hoạt tính.



Hình 5.6. Sơ đồ trạm xử lý nước thải chứa xianua:

- 1- kho hóa chất; 2- băng chuyền; 3- thùng dung dịch; 4- thiết bị định lượng;
5- bể điều hòa lưu lượng nồng độ; 6- bể phản ứng; 7- bể lắng

Hình 5.6 là sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải chứa xianua bằng với clorua hoặc canxi hipoclorit.

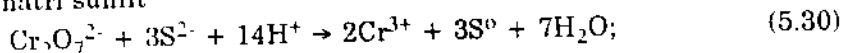
5.3.2. Xử lý nước thải chứa crom bằng phương pháp khử

Trong các nhà máy hóa chất, nhà máy cơ khí chế tạo làm giàu quặng,... tạo ra nước thải chứa crom. Loại nước này thường tạo thành khí mạ crom làm tro chi tiết và chứa crom hóa trị 6. Nồng độ cho phép của crom hóa trị 6 trong nước sông là 0,1 mg/l, crom hóa trị 3 là 0,5 mg/l. Cơ sở khác nhau là do crom hóa trị 3 ít độc hơn crom hóa trị 6. Cơ sở của phương pháp hóa học để xử lý nước thải crom là phản ứng khử để biến Cr^{6+} thành Cr^{3+} , tiếp đó tách Cr^{3+} ở dạng hidroxit kết tủa.

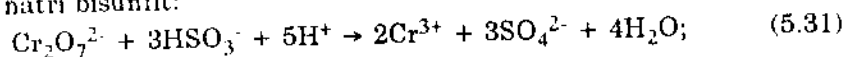
Những chất khử có thể là: natri sunfua Na_2S ; natri sunfit Na_2SO_3 , natri bisunfit $NaHSO_3$, polisunfit, sắt sunfat $FeSO_4$, khí sunfuro SO_2 , khối chứa SO_2 ,...

Những phản ứng khử Cr^{6+} thành Cr^{3+} được biểu thị như sau:

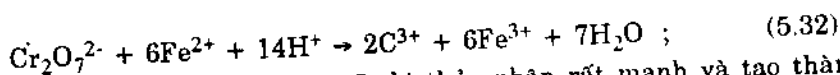
- với natri sunfit



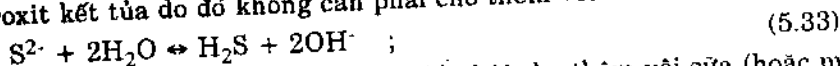
- với natri bisunfit:



- với sắt sunfat:



Trong dung dịch nước natri sunfit bị thủy phân rất mạnh và tạo thành crom hidroxit kết tủa do đó không cần phải cho thêm vôi:



Nếu dùng natri bisunfit và sắt sunfat thì phải cho thêm vôi sữa (hoặc một loại kiềm nào đó) để Cr^{3+} có thể lắng được



Ta thấy trong các phương trình (5.30), (5.31), (5.32), để khử Cr^{6+} thành Cr^{3+} các phản ứng luôn luôn diễn ra trong môi trường axit - tức là có mặt H^+ . Vì vậy để phản ứng diễn ra một cách triệt để người ta phải axit hóa nước thải cho tới pH = 2 - 4. Muốn vậy người ta thường hợp nhất nước thải chứa axit với nước thải chứa crom trong cùng một mạng lưới thoát nước hoặc phải cho thêm axit vào. Lượng hóa chất cần thiết theo lý thuyết có thể xác định theo công thức sau:

- nếu dùng natri sunfua $\frac{3(23.2+32)}{52.2} = 2,24;$
- nếu dùng natri bisunfit $\frac{3.(23+1+32+16.3)}{52.2} = 3,0;$
- nếu dùng sắt sunfat $\frac{6(56+32+16.4+14+16.7)}{52.2} = 16;$

trong đó 52 - nguyên tử lượng của crom; 23 - nguyên tử lượng của natri; 32 - nguyên tử lượng của lưu huỳnh; 1- nguyên tử lượng của hidro; 16 - nguyên tử lượng của oxi; 56 - nguyên tử lượng của sắt.

Như vậy để khử 1 g Cr^{6+} thành Cr^{3+} đòi hỏi 2,24 g natri sunfit không ngậm nước (100%), 3g natri bisunfit không ngậm nước và 16g sắt sunfat ngậm nước $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Để đạt hiệu quả khử Cr^{6+} thành Cr^{3+} trong thực tế phải tiêu hao 1,25 lần so với lý thuyết nếu dùng natri sunfit và sắt sunfat và 1,75 lần nếu dùng natri bisunfit.

Lượng axit cần thiết cho vào khi tiến hành axit hóa tùy thuộc vào loại axit và pH của nước thải để đảm bảo pH = 2-4.

Lượng kiềm cần thiết cho vào sẽ phải tiêu hao cho việc trung hòa axit tự do tức là tăng từ pH = 2-4 cho tới pH = 7, rồi sau đó lại tăng pH = 9, ngoài ra phải tiêu hao cho quá trình liên kết Cr^{3+} thành hidroxit.

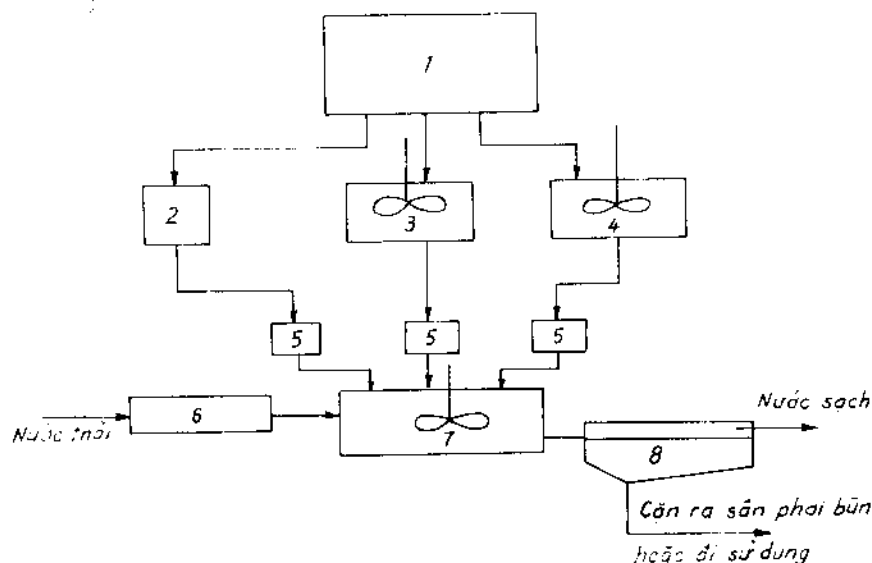
Khi dùng vôi, thì ngoài $\text{Cr}(\text{OH})_3$ cặn còn chứa thạch cao CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO , CaCO_3 ,... Sau khi làm khô sẽ chứa cặn vào hồ chứa. Nếu muốn dùng cặn crom hidroxit để làm chất màu xanh nên dùng kiềm natri hoặc kali. Tuy nhiên

những loại kiềm này không có khả năng keo tụ như vôi sữa và do đó việc lắng cặn kết tủa $\text{Cr}(\text{OH})_3$ sẽ khó khăn.

Dung tích và tính chất các loại cặn lắng tùy thuộc vào thành phần, tính chất nước thải, nồng độ crom, pH, liều lượng cũng như loại kiềm sử dụng.

Hình 5.7 là sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải chứa crom. Công nghệ xử lý như sau.

Đầu tiên nước thải được điều hòa lưu lượng và nồng độ. Sau đó nếu kiểm tra thấy $\text{pH} > 4$ thì phải axit hóa, sao cho $\text{pH} = 2 - 4$ trước khi thực hiện phản ứng khử, đồng thời cũng phải xác định nồng độ Cr^{6+} để xác định lượng chất khử cần thiết.



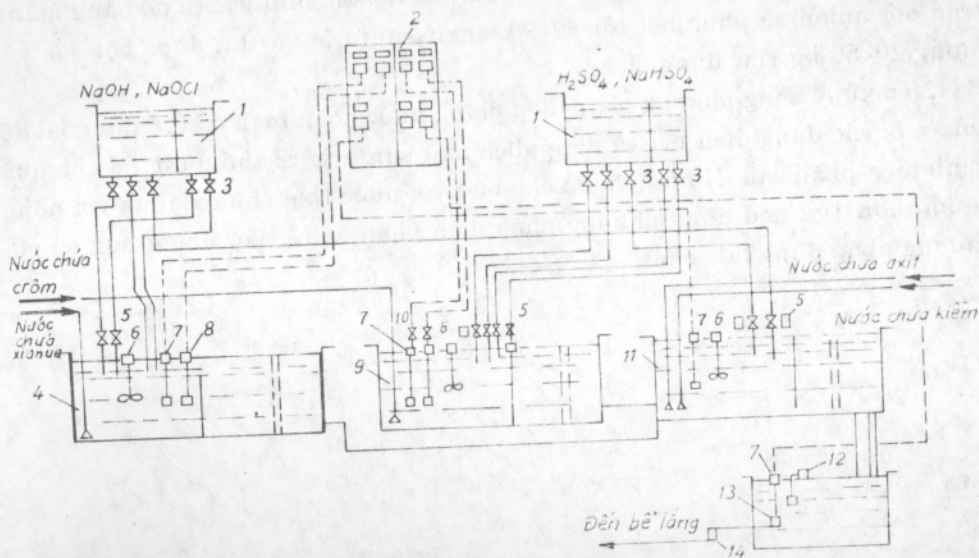
Hình 5.7. Sơ đồ trạm xử lý nước thải chứa crom:

- 1- kho hóa chất; 2- thùng đo axit sunfuric; 3- thùng chuẩn bị dung dịch chất khử;
4- thùng chuẩn bị dung dịch vôi sữa; 5- thùng định lượng; 6- bể điều hòa nước thải;
7- bể phản ứng; 8- bể lắng

Chất khử thường được chuẩn bị dưới dạng dung dịch 10% và cho vào bể phản ứng nhờ thiết bị định lượng. Lượng dung dịch cho vào phải đủ để khử hoàn toàn Cr^{6+} thành Cr^{3+} . Thời gian khuấy trộn ở bể phản ứng thường dưới 30 ph. Sau đó nếu phản ứng khử đã kết thúc thì tiếp tục cho vôi sữa vào. Vôi sữa được chuẩn bị với nồng độ 2,5% theo hoạt tính CaO và cho vào với lượng sao cho $\text{pH} = 9$. Tiếp tục khuấy trộn 3 - 5 ph và cuối cùng cho nước thải sang

bể lắng. Thời gian lắng thường không quá 2h.

Trong các phân xưởng mạ, nước thải thường được phân ra ba nhóm: nước chứa 5 - 10 mg/l xianua; nước chứa 17 - 105 (đôi khi lớn hơn 105) mg/l crom (theo Cr^{6+}) và nước thải chứa axit và kiềm.



Hình 5.8. Sơ đồ trạm xử lý nước thải phân xưởng mạ (làm việc tự động):

- 1- thùng hóa chất; 2- tủ điều khiển tự động; 3- van định lượng thủ công; 4- bể chứa nước xianua; 5- van điều chỉnh; 6- máy khuấy; 7- cực pH mét; 8- cực đo nồng độ xianua; 9- bể chứa crom; 10- cực đo nồng độ crom; 11- bể trung hòa; 12 - van phao điều chỉnh; 13- bể khử độc nước thải; 14- máy bơm

Hình 5.8 là sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải của phân xưởng mạ. Mỗi nhóm nước thải được chảy vào một bể riêng biệt với thời gian lưu lại trong đó 30 - 40 ph. Một phần thể tích hữu ích của mỗi bể (10-15%) được tách ra làm ngăn trộn. Các chất phản ứng được đưa vào nhờ hệ thống tự động và bảo đảm giá trị pH yêu cầu. Ở bể chứa xianua $pH = 10,5$, ở bể chứa crom $pH = 2,5$. Nước sau khi được khử độc được đưa sang bể lắng.

5.3.3. Phương pháp oxi hóa điện hóa

Phương pháp oxi hóa điện hóa được dùng để xử lý nước thải với mục đích phân hủy (khử độc) các chất độc trong nước thải hoặc thu hồi cặn quý (kim loại quý) trên các điện cực anốt.

Phương pháp này được sử dụng để xử lý nước thải ở các phân xưởng mạ

niken, mạ bạc, các nhà máy làm giàu quặng kim loại, các phân xưởng tẩy gỉ kim loại.

Chẳng hạn trên cực catốt có thể thu hồi được đồng (60-70%) trong nước thải chứa các hợp chất đồng xianua bằng cách oxi hóa điện hóa.

Điện phân các dung dịch chứa sắt sunfat và axit sunfuric tự do bằng màng trao đổi anion sẽ phục hồi tới 80-90% axit sunfuric và thu được bột sắt với lượng 20-50 kg/lm³ dung dịch.

Nếu xử lý bằng phương pháp điện phân, nước hoàn toàn có thể dùng lại để chuẩn bị các dung dịch mạ và dung dịch axit sunfuric có thể dùng lại cho quá trình điện phân sau. Kinh nghiệm cho biết với nước thải chứa xianua với nồng độ lớn hơn 1g/l nếu dùng phương pháp điện phân sẽ rẻ tiền nhiều hơn so với phương pháp dùng hóa chất.

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRÍCH LY

6.1. NGUYÊN LÝ CƠ BẢN CỦA PHƯƠNG PHÁP TRÍCH LY

Phương pháp trích ly là một trong những phương pháp phổ biến nhất để xử lý nước thải chứa phenol và các chất hữu cơ khác như các loại axit béo.

Thực chất của phương pháp này là sử dụng độ hòa tan của các chất bẩn trong dung môi nào đó, mà dung môi đó lại không tan trong nước thải.

Nếu cho một dung môi vào nước thải và khuấy trộn đều thì các chất bẩn sẽ hòa tan trong dung môi. Nồng độ chất bẩn trong nước thải sẽ giảm đi. Tiếp tục tách dung môi khỏi nước thải thì nước thải coi như được làm sạch. Như vậy, nguyên tắc của phương pháp này là: *trong hỗn hợp hai chất lỏng không tan lẫn nhau, bất kỳ một chất thứ ba nào khác, theo độ hòa tan của mình trong hai chất lỏng trên (không tan lẫn nhau) sẽ được phân bố vào hai chất lỏng đó theo qui luật phân bố*. Phương pháp tách chất bẩn hòa tan khỏi nước thải như vậy gọi là phương pháp trích ly. Những chất trích ly thường dùng là butylaxetat, izobutylaxetat, dầu mỡ nặng, benzen.

Khi xử lý nước thải, quá trình trích ly thường được tiến hành theo nhiều bậc nối tiếp, và có quá trình hoàn nguyên chất trích ly. Quá trình trích ly được thực hiện trong thiết bị trích ly.

Để tăng hiệu suất trích ly theo toàn bộ chiều dài, chiều cao của thiết bị trích ly, người ta thường dùng phương pháp chuyển động ngược dòng một bậc hoặc nhiều bậc.

Dưới đây chúng ta sẽ xét những điều kiện cần thiết để đảm bảo xử lý nước thải với hiệu suất cao:

1) *Sự phân bố đồng đều của chất bẩn trong dung môi (chất trích ly) và trong nước*. Khi trích ly, chất bẩn sẽ được phân bố trong dung môi và nước thải cho tới khi đạt được trạng thái cân bằng động, ứng với trạng thái đó có nồng độ cân bằng. Tỷ số giữa nồng độ chất bẩn trong dung môi và nồng độ chất bẩn trong nước ở trạng thái cân bằng là một đại lượng không đổi và gọi là hệ số phân bố K :

$$K = \frac{C_d}{C} , \quad (6.1)$$

trong đó C_d - nồng độ chất bẩn trong dung môi (chất trích ly) ở trạng thái cân bằng; C - nồng độ chất bẩn trong nước thải ở trạng thái cân bằng.

Nhờ hệ số phân bố người ta có thể đánh giá được khả năng trích ly của các dung môi và chọn được những dung môi tốt nhất với hao phí dung môi ít nhất, đồng thời biết được các tính chất đặc trưng của dung môi; giá thành, tốc độ tách dung môi khỏi nước, hiệu suất trích ly, khả năng tạo nhũ tương, ...

2) *Hệ số phân bố K* phụ thuộc vào nồng độ chất bẩn, nhiệt độ và áp suất. Khi nồng độ thay đổi, mức độ liên kết của các phân tử và hoạt tính của các ion sẽ thay đổi. Đối với các chất bẩn khác nhau cũng như các dung môi khác nhau thì hệ số phân bố cũng khác nhau. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với este (butylaxetat, etylaxetat) hệ số phân bố sẽ tăng lên khi nồng độ cân bằng giảm. Ngược lại, với hidrocarbon thơm, hệ số phân bố lại giảm khi nồng độ cân bằng giảm.

Khi dùng dung môi là benzen để trích ly thì thu hồi các axit béo phân tử lượng thấp sẽ khó hơn so với phenol.

Nhiệt độ thay đổi sẽ ảnh hưởng rất nhiều tới kết quả trích ly.

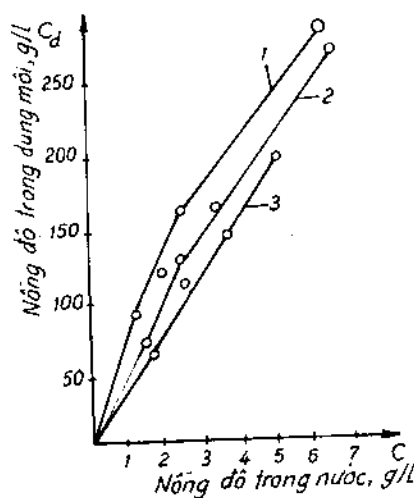
Mối liên hệ giữa nồng độ cân bằng C và C_d đối với mỗi chất hoặc hỗn hợp các chất bẩn và dung môi ở nhiệt độ không đổi gọi là trích ly đẳng nhiệt (h. 6.1).

Từ hình vẽ cho thấy ứng với mỗi nhiệt độ nhất định hệ số phân bố phụ thuộc vào nồng độ cân bằng. Nhưng với cùng nồng độ cân bằng thì hệ số phân bố sẽ giảm khi nhiệt độ tăng lên. Vì vậy người ta thường trích ly phenol với nhiệt độ không quá 40°C .

Để xử lý nước thải có thể chọn giá trị của hệ số phân bố K theo bảng 6.1. Tuy nhiên cần nhớ rằng với giá trị C_d và nhiệt độ khác nhau thì giá trị K sẽ khác.

Đối với từng loại nước thải cụ thể nên xác định hệ số phân bố K bằng thực nghiệm trong khoảng nồng độ thực tế.

3) *Khả năng trích ly của dung môi* thường được đánh giá bằng giá trị của hệ



Hình 6.1. Những đường đẳng nhiệt khi trích ly hệ nước - phenol - butylaxetat:
1, 2, 3 - ứng với các nhiệt độ 10°C , 40°C , 60°C

Bảng 6.1. Giá trị của hệ số phân bố K

Chất cần trích ly	Dung môi - chất trích ly	K với $C_d = 5g/l$ ở $25^\circ C$
Axít axetic CH_3COOH	Carbon tetracloara	0,06
	Benzen	0,055
Phenol C_6H_5OH	Carbon tetracloara	0,4
	Benzen	2,4
	Tricrezolphosphat	25-50
Anilin $C_6H_5NH_2$	Butylaxetat	8-12
	Benzen	10

số phân bố K. Hệ số phân bố K càng lớn tức là nồng độ chất cần trong dung môi càng lớn so với trong nước thì lượng dung môi yêu cầu càng nhỏ, số bậc yêu cầu trích ly càng ít. Song hệ số phân bố K không phải là đại lượng duy nhất về chất lượng của dung môi. Ngoài hệ số phân bố K người ta còn phải xét tới các điều kiện khác đặc trưng cho mỗi dung môi như sau:

- Không hoặc ít tan trong nước (tức là không được tạo thành nhũ tương với nước vì sẽ làm giảm hiệu suất của trạm, tốn nhiều dung môi) và tỷ trọng phải thấp để dễ tách khỏi nước sau đó;

- Dung môi không được tạo phản ứng với chất cần hòa tan trong nước vì các phản ứng sẽ làm thay đổi những tính chất cơ bản của dung môi. Nhược điểm cơ bản của những este là phản ứng với amoniac trong nước và tạo xà phòng;

- Nhiệt độ sôi của dung môi phải thấp hơn nhiệt độ sôi của các chất cần trích ly để hoàn nguyên sẽ dễ dàng và tốn ít hơi nước nóng. Thông thường sau khi trích ly người ta tách chất cần ra khỏi dung môi bằng phương pháp chưng cất hơi, cho nên dung môi phải là chất dễ bay hơi;

- Dung môi phải là chất không hoặc ít ăn mòn đối với vật liệu và thiết bị, không được tạo với không khí thành hỗn hợp dễ nổ, dễ cháy đồng thời phải là chất không độc hại.

Những tính chất trên đây vẫn chưa đủ để đánh giá dung môi. Muốn đánh giá một cách đầy đủ hơn người ta phải xét các tính chất hóa học của dung môi.

Một trong những tính chất hóa học của dung môi là tạo thành phức chất với chất cần trong nước. Những phức chất đó không ổn định về hóa học và rất khó tách ra khỏi dung dịch. Ví dụ, benzen tạo phức chất cùng với phenol.

Để tăng khả năng trích ly người ta cố thể dùng hỗn hợp các dung môi. Chẳng hạn để tăng hiệu suất trích ly phenol khỏi nước thải, người ta dùng hỗn hợp các dung môi: butylaxetat với rượu butylic, các hợp chất thơm với các loại

ruợu. Hệ số phân bố của các hỗn hợp các dung môi sẽ cao hơn hệ số phân bố của các dung môi riêng biệt. Nói cách khác, khả năng trích ly hỗn hợp các dung môi sẽ cao hơn khả năng trích ly của từng dung môi riêng rẽ.

Một số hiện tượng thường xảy ra gây ảnh hưởng tới quá trình trích ly phenol là: phenol tan trong nước thải rất có thể bị oxi hóa bởi oxi của không khí.

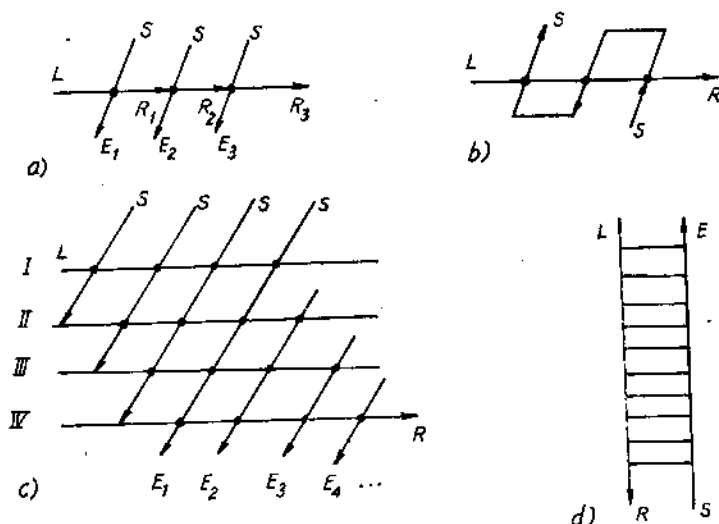
Các loại phenol khác nhau bị oxi hóa sẽ tạo các sản phẩm như $C_6H_4O_2$, axit humic, CO_2 và nước,... Nếu nước đã chứa các sản phẩm của quá trình oxi hóa như vậy tất yếu sẽ tạo cặn. Kết quả hiệu suất trích ly bị giảm, các thiết bị trích ly sẽ chóng bị nhiễm bẩn.

Để khắc phục hiện tượng oxi hóa đó người ta dùng các loại khí trơ và hidro sunfua. Những loại khí đó có tác dụng ngăn ngừa hiện tượng oxi hóa phenol khi hàm lượng của nó trong nước không dưới 0,14 - 0,15g/l. Song song với biện pháp đó người ta còn đặt các tấm chắn thủy lực trên các máng hoặc ống dẫn.

6.2. KỸ THUẬT TRÍCH LY VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

6.2.1. Các loại sơ đồ trích ly

Để thu hồi các chất bẩn hữu cơ bằng phương pháp trích ly người ta dùng các sơ đồ được trình bày trong hình 6.2.



Hình 6.2. Các sơ đồ về biện pháp trích ly:

- a- trích ly bậc với dòng chữ thập; b- trích ly theo bậc ngược dòng trong điều kiện sản xuất;
- c- trích ly theo bậc ngược dòng trong điều kiện phòng thí nghiệm; d- trích ly ngược dòng;
- L- nước thải bắt đầu đưa vào trích ly; R_1, R_2, R_3 - nước thải sau khi đã trích ly ở bậc 1, 2, 3;
- S- dung môi mới hoàn toàn; E_1, E_2, E_3 - dung môi sau khi trích ly ở bậc 1, 2, 3

a) Theo sơ đồ bậc nối tiếp với dòng chữ thập thì nước sẽ được trích ly một số lần nối tiếp bằng các lượng dung môi mới hoàn toàn (h.6.2a).

Nhược điểm cơ bản của biện pháp trích ly nối tiếp theo bậc với dòng chữ thập là tốn khá nhiều lượng dung môi mới.

Trong điều kiện sản xuất sơ đồ này chỉ ứng dụng khi không cần phải hoàn nguyên các dung môi. Tuy nhiên sơ đồ này được sử dụng rộng rãi trong phòng thí nghiệm để xác định nồng độ cân bằng khi trích ly các loại phenol riêng biệt bằng các dung môi tinh khiết.

Chỉ sau 5-10 ph lát trộn nhẹ nhàng trong các ống phễu chia độ sẽ đạt được trạng thái cân bằng giữa R và E tương ứng. Những nồng độ của chất bản trong nước thái R_1, R_2, R_3 và trong dung môi E_1, E_2, E_3 tương ứng là những nồng độ cân bằng của chất bản phân bố trong nước và trong dung môi.

Tỷ số giữa nồng độ cân bằng ở mỗi bậc trích ly chính là hệ số phân bố tại mỗi điểm trên đường đẳng nhiệt trích ly (h.6.1)

Từ phương trình cân bằng vật chất có thể tính gần đúng được nồng độ cân bằng theo các giá trị của hệ số phân bố K :

$$C_0 = C + bC_d; \quad (6.2)$$

$$C = \frac{C_0}{1 + Kb}; \quad (6.3)$$

$$C_d = \frac{KC_0}{1 + Kb}; \quad (6.4)$$

trong đó C_0 - nồng độ ban đầu của chất bản trong nước, g/l; C, C_d - nồng độ cân bằng của chất bản trong nước và trong dung môi, g/l; b - tỷ số thể tích dung môi và thể tích nước thái hay còn gọi là lưu lượng đơn vị của dung môi, l/l.

Nếu thay đổi b hoặc C ta có thể xác định được vị trí của các điểm cân bằng trên đường đẳng nhiệt của quá trình trích ly.

b) Trích ly theo biện pháp ngược dòng nhiều bậc (h.6.2 b,c) được sử dụng rộng rãi trong điều kiện sản xuất cũng như trong công tác nghiên cứu, cụ thể là nghiên cứu phenol trong nước thái. Trong quá trình sản xuất, một dòng nước được trích ly sẽ được khuấy trộn theo nhiều bậc với dòng dung môi chuyển động ngược chiều (h.6.2b).

Trong điều kiện thí nghiệm người ta thực hiện trích ly theo biện pháp ngược dòng nhiều bậc bằng các bình phân chia độ theo sơ đồ (h.6.2c).

Theo sơ đồ này, đợt đầu của nước sẽ được trích ly n lần bằng dung môi tinh khiết, còn các đợt tiếp theo nước thái sẽ được trích ly một lần bằng dung môi

tinh khiết và $n - 1$ lần bằng dung môi đã qua trích ly rồi. Số lần trích ly và số đợt nước sẽ tương ứng với số bậc trích ly. Ở dòng cuối cùng nên trích ly lại 1-2 lần cho tới khi đạt trạng thái cố định.

Theo các số liệu thu được về trích ly nhiều bậc trong phòng thí nghiệm sẽ dựng được biểu đồ biểu thị mối quan hệ giữa lượng phenol còn lại và số bậc trích ly n , tỷ số b (h.6.3).

Nhờ biểu đồ này người ta xác định được số bậc trích ly cần thiết theo nồng độ phenol cho phép sau khi trích ly.

Sơ đồ trong hình 6.2c là sơ đồ trích ly nhiều bậc ngược dòng trong điều kiện thí nghiệm khá phức tạp. Vì vậy mỗi lần thí nghiệm phải lập biểu đồ trước và đánh dấu các động tác khuấy trộn đã thực hiện.

c) Sơ đồ trích ly ngược dòng liên tục (h.6.2d) được phổ biến hơn cả. Sơ đồ này chẳng những được sử dụng rộng rãi trong điều kiện sản xuất mà còn cả trong phòng thí nghiệm để thử các thiết bị trích ly mới hoặc những dung môi mới.

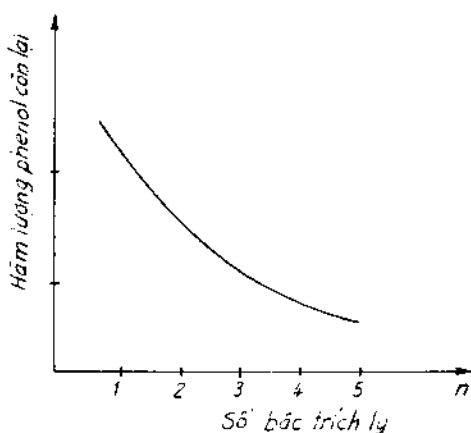
Trong quá trình trích ly ngược dòng liên tục thì nước thải và dung môi sẽ chuyển động ngược chiều nhau một cách liên tục. Do ngược dòng cho nên sự chênh lệch giữa nồng độ công tác và nồng độ cân bằng theo chiều cao hoặc chiều dài thùng trích ly luôn luôn được bảo đảm điều hòa.

6.2.2. Kỹ thuật trích ly trong sản xuất

Kỹ thuật trích ly có thể tiến hành như sau: cho dung môi vào nước thải và trộn đều cho tới khi đạt được trạng thái cân bằng. Tiếp đó cho qua lắng. Do sự chênh lệch về trọng lượng riêng nên hỗn hợp sẽ phân ra hai lớp và dễ tách biệt chúng ra bằng phương pháp cơ học.

Nếu trích ly một lần mà không thể tách chất bẩn khỏi nước thải thì phải trích ly nhiều lần như ở sơ đồ (h.6.2a). Theo sơ đồ này người ta thực hiện trích ly bằng phương pháp gián đoạn theo chu kỳ và cho một lượng nước tiếp xúc với một hoặc nhiều đợt dung môi tinh khiết mới.

Trong điều kiện sản xuất người ta cho nước và dung môi chuyển động



Hình 6.3. Đồ thị xác định số bậc trích ly cần thiết

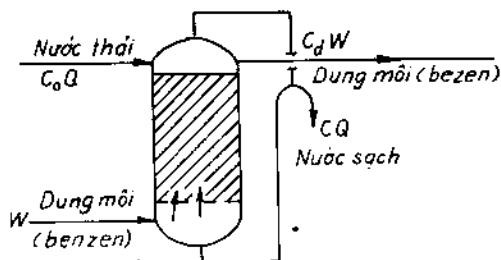
ngược dòng một cách liên tục (h.6.4).

Nếu dung môi có tỷ trọng bé hơn tỷ trọng nước thải thì dẫn nước thải theo hướng từ trên xuống và dung môi từ dưới lên. Ngược lại nếu dung môi có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng nước thải thì cho nước hướng từ dưới lên, dung môi từ trên xuống. Cần tránh chọn những dung môi có

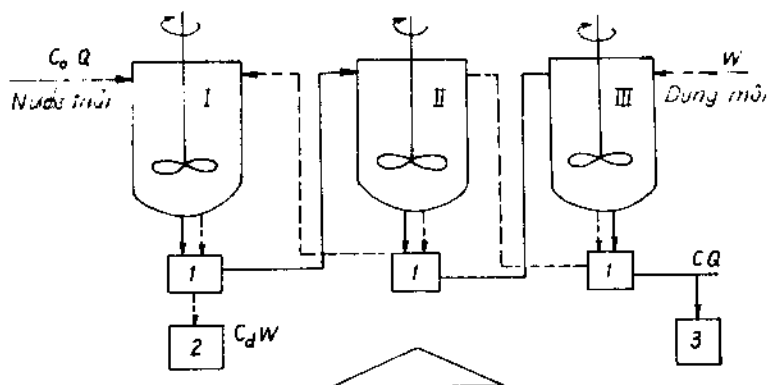
tỷ trọng xấp xỉ tỷ trọng nước thải. Tỷ trọng giữa chúng càng khác xa nhau thì quá trình trích ly càng nhanh, hiệu quả trích ly càng cao và dễ tách dung môi khỏi nước. Ở sơ đồ này, nước sạch xả khỏi thùng trích ly qua xiphông để giữ cho mực nước trong thùng cố định. Thùng trích ly là một tháp hình trụ, trong đó chứa các vòng sứ nhỏ. Cả hai quá trình trích ly - tiếp xúc và tách nước khỏi dung môi đều thực hiện trong thiết bị này.

Hình 6.5 là sơ đồ trích ly ngược dòng ba bậc hoạt động liên tục. Mỗi thùng trích ly được trang bị các vách ngăn hoặc các máy khuấy cơ giới.

Trong công nghệ xử lý nước thải, các dung môi được chia thành hai nhóm theo khả năng hòa tan các chất bẩn trong các dung môi: một nhóm để thu hồi một loại chất bẩn hoặc một số nhỏ các chất bẩn cùng loại; một nhóm để thu hồi



Hình 6.4. Sơ đồ trích ly một bậc hoạt động liên tục



Hình 6.5. Sơ đồ trích ly nhiều bậc ngược dòng:

1- bể lắng; 2- bể hoàn nguyên chất trích ly; 3- bể chứa nước sạch

phần lớn các tạp chất bẩn trong nước thải (ở trường hợp giới hạn tức là thu hồi tất cả các chất bẩn). Các dung môi ở nhóm một gọi là những dung môi có tính chọn lọc. Dùng các dung môi này chỉ thu hồi được một hoặc một nhóm nhỏ các tạp chất bẩn.

6.2.3. Tính toán

Nồng độ của chất bẩn trong nước sau khi trích ly theo nhiều bậc gián đoạn có thể xác định theo phương trình

$$C_n = \frac{C_0}{(1 + Kb)^n}, \quad (6.5)$$

trong đó C_0 - nồng độ ban đầu của chất bẩn trong nước thải, g/l; C_n - nồng độ chất bẩn trong nước thải sau n bậc trích ly, g/l; n - số bậc trích ly; K - hệ số phân bố; b - tỷ số giữa thể tích dung môi và thể tích nước hay còn gọi là lưu lượng đơn vị của dung môi đối với mỗi bậc trích ly:

$$b = \frac{W}{nQ}, \quad \text{l/l}, \quad (6.6)$$

ở đây W - tổng thể tích dung môi tiêu hao cho trích ly, m^3 ; Q - lượng nước thải cần trích ly, m^3 .

Từ phương trình (6.5) ta thấy cùng một lượng dung môi nhưng nếu chia nhỏ làm nhiều lần trích ly sẽ cho hiệu suất cao hơn khi trích ly một lần.

Trích ly một bậc (h.6.4)

Phương trình cân bằng vật chất của quá trình trích ly liên tục có thể biểu thị như sau:

$$C_0Q = CQ + C_dW, \quad (6.7)$$

trong đó C_d - nồng độ chất bẩn trong dung môi, g/l dung môi.

Khi xác định chiều cao của các thùng trích ly người ta phải đảm bảo cho chất bẩn bão hòa tối đa trong dung môi với cường độ cho trước của nó trong nước thải. Do đó phía trên thùng (nếu trọng lượng riêng của dung môi nhỏ hơn trọng lượng riêng của nước thải) nồng độ bão hòa của chất bẩn trong dung môi sẽ là:

$$C_d = KC_0 \quad (6.8)$$

Thay giá trị này vào phương trình (6.7) và $W = bQ$ ta sẽ có:

$$C = (1 - Kb)C_0 \quad (6.9)$$

Nếu biết nồng độ chất bẩn trong nước sau khi trích ly thì b sẽ là đại lượng cần tìm và có thể xác định theo công thức sau:

$$b = \frac{C_0 - C}{KC_0} \quad (6.10)$$

Kích thước thùng trích ly được xác định bằng phương pháp phân tích đồ thị theo kết quả nghiên cứu trích ly trong phòng thí nghiệm đối với từng chất bẩn và dung môi cụ thể. Chiều cao H của thùng trích ly phải đủ để đảm bảo bão hòa tối đa chất bẩn trong dung môi và đáp ứng mức độ cần thiết xử lý nước thải.

Đường kênh D của nó phải đảm bảo được lưu lượng cần thiết.

Phân tích các công thức trên đây ta thấy nếu $b \geq \frac{1}{K}$ thì dung môi vẫn còn khả năng hòa tan chất bẩn nhưng chất bẩn đã hết; khi đó trích ly được triệt để. Nếu $b < \frac{1}{K}$ thì trích ly không được triệt để.

Trích ly nhiều bậc (h.6.5.)

Nếu có số bậc trích ly là n thì tại một bậc i nào đó ta sẽ có phương trình cân bằng vật chất là:

$$C_{(i-1)}Q + C_{d(i+1)}W = C_iQ + C_{d(i)}W \quad (6.11)$$

Tại mỗi bậc trích ly sẽ đạt được trạng thái cân bằng ($C_d/C = K$) và đặt $W/Q = b$ và $Q + WK = B$.

$$\text{Ta có thể viết: } C_{(i)} = \frac{C_{(i-1)}Q + C_{d(i+m)}WK}{B} \quad (6.12)$$

Đối với n thùng trích ly ta sẽ được n phương trình như vậy và giải hệ n phương trình đó ta sẽ được nồng độ của chất bẩn trong nước sau khi ra khỏi bình thứ n cuối cùng

$$C_n = \frac{C_0(bK - 1)}{(bK)^{n+1} - 1} \quad (6.13)$$

Khi đó số bậc trích ly cần để giảm nồng độ chất bẩn từ C_0 xuống ($C = C_n$) sẽ là

$$n = \frac{\lg[C_0(bK - 1) + C_n] - \lg C_n}{\lg(bK)} \quad (6.14)$$

Dung môi sang thùng trích ly thứ $i-1$ Nồng độ $C_d(i)$	Dung tích W	Dung môi từ thùng trích ly thứ $i+1$ Nồng độ $C_d(i+1)$
	Thùng trích ly thứ i	
Nước từ thùng trích ly thứ $i-1$ Nồng độ $C(i-1)$	Dung tích Q	Nước sang thùng trích ly thứ $i+1$ Nồng độ $C(i)$

Hình 6.6. Sơ đồ cân bằng vật chất khi trích ly nhiều bậc ngược dòng

Tích số bK còn gọi là hệ số trích ly. Để dễ dàng tính toán theo hai phương trình (6.13), (6.14) người ta dựng biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa tỷ số C_n/C_0 và n . Các đường nghiêng ứng với các giá trị bK không đổi (h.6.7).

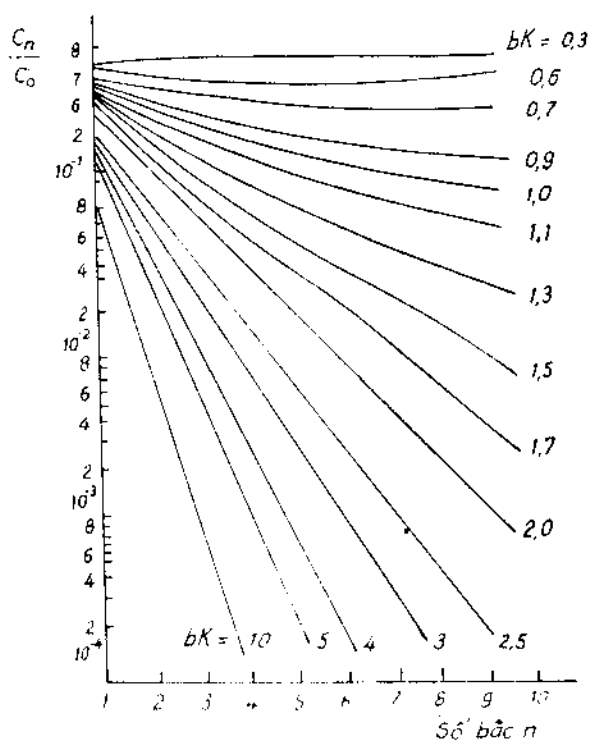
Ví dụ. Xác định số lần trích ly cần thiết nếu nồng độ ban đầu của phenol trong nước $C_0 = 1,2$ g/l và cần giảm xuống còn $C = 0,2$ g/l. Dung môi chất trích ly là benzen. $K = 2,4$. Lượng tiêu hao đơn vị của dung môi $b = 0,5$ l/l.

Giải: Thay các số liệu trên vào phương trình (6.14) ta có:

$$n = \frac{\lg[1,2(0,5 \cdot 2,4 - 1) + 0,2] - \lg 0,2}{\lg(0,5 \cdot 2,4)} - 1 = 3,3.$$

Chọn số bậc trích ly $n = 4$.

Trong tính toán, ngoài việc xác định giá trị của hệ số phân bố, nhiều khi người ta còn phải xác định lượng tổn thất của các dung môi khác nhau. Nhưng tổn thất của dung môi chủ yếu do hòa tan và phân tán trong nước. Do đó người ta cũng phải xét tới tổn thất đó khi tính toán các công trình xử lý triệt để nước



Hình 6.7. Mối liên hệ giữa số bậc n và tỷ số C_n/C_0 khi trích ly ngược dòng bằng một dung môi với các giá trị bK khác nhau

thải. Nếu các tạp chất bẩn trong nước thải có tính axit hoặc kiềm thì khả năng trích ly (thu hồi) chúng hoàn toàn phụ thuộc vào giá trị pH của nước thải. Giá trị pH tối ưu phải được xác định bằng thực nghiệm.

6.3. CẤU TẠO CÁC LOẠI THIẾT BỊ TRÍCH LY

6.3.1. Những thông số cơ bản của thiết bị trích ly

- Lưu lượng đơn vị hay còn gọi là tải trọng đơn vị ký hiệu q_n ($m^3/m^2 \cdot h$).
- Khả năng phân chia của thiết bị được xác định bởi cường độ chuyển chất tương đối tức là bởi số đơn vị chuyển khối lượng (SDVC).
- Hiệu suất chuyển chất có thể xác định bởi *chiều cao đơn vị chuyển khối lượng* (CCDVC) tức là tỷ số giữa chiều cao H của thiết bị với *số đơn vị chuyển khối lượng*:

$$CCDVC = \frac{H}{SDVC} \quad (6.15)$$

Nếu cường độ chuyển chất tăng thì lưu lượng đơn vị của thiết bị trích ly sẽ giảm và ngược lại. Lưu lượng đơn vị tùy thuộc vào loại thiết bị trích ly và những tính chất của nước, chất bẩn, dung môi.

Một đặc tính quan trọng nữa của thiết bị trích ly là khả năng lưu lại của dung môi tức là dung tích của dung môi lưu lại trong một đơn vị dung tích (của phần xáo trộn) của thiết bị trích ly ở mỗi thời điểm nhất định. Theo khả năng lưu lại của dung môi người ta có thể đánh giá một cách gián tiếp về diện tích tiếp xúc của nước và dung môi, về chế độ thủy động lực của thiết bị. Nếu cường độ khuấy trộn quá mạnh sẽ có thể tạo thành quá nhiều giọt nhỏ và hậu quả là dung môi lưu lại lâu hơn và bắt đầu chuyển động quay lại. Khả năng lưu lại ứng với lúc bắt đầu xuất hiện hiện tượng quay lại đó, gọi là khả năng lưu lại tối đa. Khả năng lưu lại Ω , liên quan với bề mặt trao đổi chất S và đường kính trung bình của giọt dung môi d_{gb}

$$S = \frac{6\Omega}{d_{gb}} \quad (6.16)$$

6.3.2. Các loại thiết bị trích ly để xử lý nước thải

Việc chọn cấu tạo của thiết bị trích ly phải dựa vào các đặc điểm công nghệ sau của quá trình trích ly:

- biện pháp trích ly đã chọn;
- tỷ số dung tích giữa dung môi và nước hay còn gọi là lượng đơn vị của dung môi b trong hệ trích ly;
- khả năng tạo nhũ tương và phân tầng của hệ trích ly;

- tính chất hóa lý của dung môi và nước thải: tỷ trọng, sức căng bề mặt, độ nhớt, sự có mặt của các tạp chất trong hệ và khả năng tạo các tạp chất khác trong quá trình trích ly,...

Trong mọi trường hợp khi chọn cấu tạo của các thiết bị trích ly và để đảm bảo khả năng chuyển chất tối đa phải tuân theo các yêu cầu sau đây:

- bề mặt tiếp xúc giữa nước và dung môi (hình thành khi phân tán nhỏ dung môi) phải tương đối tốt;

- phân tán đều dung môi và tránh tạo các hạt dung môi quá nhỏ kích thước hạt nhũ tương;

- thường xuyên phục hồi bề mặt phân chia giữa nước và dung môi;

- tách hoàn toàn dung môi khỏi nước một cách nhanh chóng ở các bậc cuối và giữa các bậc trích ly.

Các thiết bị trích ly có thể phân ra theo nhiều dấu hiệu:

- Theo biện pháp trích ly, như trên đã nói người ta chia các thiết bị trích ly làm hai loại: loại hoạt động gián đoạn theo chu kỳ ở trạng thái tĩnh, loại hoạt động liên tục ở trạng thái động;

- Theo kiểu thiết bị phân tán dung môi người ta chia làm hai loại: loại các thiết bị phân tán bất động gồm các vòng đệm, đĩa, vòi phun,... và các loại thiết bị phân tán chuyển động gồm các máy khuấy trộn. Khả năng phân tán của dung môi trong nước tùy thuộc nhiều yếu tố: tính chất hóa lý của hệ trích ly, đặc điểm cấu tạo của hệ phân tán và các điều kiện công tác khác: tỷ số thể tích b , tải trọng đơn vị q_0 , nhiệt độ. Các thiết bị phân tán dung môi kiểu lớp vòng đệm, đĩa thì không yêu cầu truyền năng lượng từ ngoài vào, còn các thiết bị phân tán kiểu vòi phun rung, sóng siêu âm, máy khuấy trộn, máy bơm đều cần truyền năng lượng từ ngoài vào.

- Theo phương pháp tách dung môi khỏi nước sau khi trích ly người ta phân các thiết bị trích ly làm hai loại: tách các pha do trọng lượng và tách bằng lực ly tâm;

- Theo phương pháp tiếp xúc giữa hai pha nước - dung môi người ta phân biệt: tháp với vòng đệm và không có vòng đệm.

6.3.2.1. Tháp trích ly với lớp vòng tiếp xúc (vòng đệm)

Tháp trích ly với lớp vòng đệm được phổ biến rộng rãi trong công nghiệp. Nó làm việc tốt khi tỷ số dung tích b cao. Khi lưu lượng lớn, tác dụng phân tách của các vòng đệm tăng lên và độ phân tán, độ dốc của dòng chảy cũng tăng.

Tháp trích ly với lớp vòng đệm tốt nhất được ứng dụng để khử phenol bằng benzen hoặc dầu than đá với $b = 0,5 - 1,75$, khi khử phenol trong nước bằng

butylaxetat hoặc bằng ete diizopropyl, với $b = 0,1 - 0,25$ thì tháp trích ly với vòng đệm sẽ kém hiệu suất.

Hiệu suất của các tháp trích ly với vòng đệm sẽ giảm khi tăng đường kính của tháp vì sẽ tạo ra các dòng kênh và các giọt lớn sẽ nổi lên nhanh hoặc tạo các dòng tia ở một số điểm theo tiết diện tháp.

Nhiều khi giữa các lớp đệm người ta đặt các tấm có lỗ để thường xuyên phân phối lại các pha. Khi đó quá trình chuyển chất sẽ tăng lên do sự hình thành và dính kết nhiều lần các giọt dung môi lại với nhau nghĩa là bề mặt tiếp xúc giữa các pha liên tiếp được phục hồi. Chiều cao của mỗi lớp đệm thường bằng 2, 5-3 lần đường kính của tháp. Qua mỗi lớp đệm, dung môi lại được phân phối lại và quá trình chuyển chất lại tăng lên, mỗi tháp trích ly sẽ gồm nhiều lớp vòng đệm.

Độ ẩm ướt của các vòng đệm đối với nước và dung môi sẽ ảnh hưởng tới hiệu suất trích ly.

Dung môi dẫn vào tháp qua các vòi phun. Chiều cao tháp thường bằng 6m.

6.3.2.2. Tháp trích ly kiểu vòi phun tia

Đối với những tháp phun, mức độ phân tán dung môi nhờ các vòi phun là yếu tố quyết định khi xử lý. Nếu chọn đúng loại vòi phun, kích thước và điều kiện công tác của nó ta có thể đạt mức độ phân tán cao với bất kỳ giá trị nào của b .

Ở tháp này bề mặt tiếp xúc giữa các pha được phục hồi là do các giọt khi ra khỏi vòi cũng như khi chúng chuyển động.

Các giọt dung môi do tác dụng của dòng nước có xu hướng dính với nhau, càng tiếp xúc chuyển động theo chiều cao thì dung môi càng dính kết với nhau và cách vòi phun một khoảng nào đó thì quá trình trích ly sẽ chấm dứt.

Có nhiều loại vòi phun với đường kính $d = 0,2 \text{ mm}; 0,4 \text{ mm}; 0,6 \text{ mm} \dots 10 \text{ mm}$. Đường kính các giọt dung môi phụ thuộc đường kính vòi phun và thường trong khoảng $30 - 100 \mu\text{m}$. Nếu giảm đường kính giọt dung môi nhỏ hơn nữa thì sẽ tạo thành nhũ tương.

Đối với đường kính vòi phun $d = 0,5-1,5 \text{ mm}$ nếu vòi phun dung môi đạt ngập trong nước thì đường kính giọt dung môi d_g khi ra ngoài vòi phun có thể xác định theo công thức:

$$d_g = 1080 \frac{K^{0,27}}{\eta R_0^{0,252}} d, \quad (6.17)$$

$$\eta = \frac{\eta_n + 5\eta_d}{\eta_d}, \quad (6.18)$$

trong đó d_g - đường kính giọt; d - đường kính vòi phun; Re - số Reynolds; η_n - độ nhớt của nước; η_0 - độ nhớt của dung môi;

$$K = \frac{W\eta_n}{\sigma}, \quad (6.19)$$

ở đây W - tốc độ dung môi phun ra khỏi vòi; σ - sức căng bề mặt phân chia.

Vòi phun thường làm bằng thép hợp kim để chống ăn mòn bởi dung môi và nước thải. Đường kính các tháp trích ly với vòi phun có thể bằng $d = 2-2,2$ m; $H = 20 - 25$ m.

6.3.2.3. Tháp trích ly với đĩa rôto quay

Loại này có thể trích ly được các chất bẩn dạng nhũ tương trong nước thải. Nó là một tháp trụ, theo chiều cao chia thành nhiều ngăn bằng các vách.

Stato cố định. Ở giữa mỗi vách ngăn theo chiều cao có các đĩa phẳng quay. Những đĩa này cũng gắn chung vào trục quay. Sử dụng các đĩa quay và các vòng tròn sẽ phân tán được dung môi mà không tạo thành nhũ tương. Dung môi sẽ được phân tán ra xung quanh tường tháp nhờ các lực ly tâm xuất hiện khi đĩa quay.

Tuy nhiên tại mép các đĩa vẫn xuất hiện những lực phân tán cục bộ ảnh hưởng xấu tới hiệu suất công tác của thiết bị trích ly.

Nhờ có các vách ngăn vòng nên giảm được hiện tượng xáo trộn dọc so với tháp trích ly kiểu vòi phun.

Hiệu suất và khả năng vận chuyển của thiết bị trích ly này tùy thuộc kích thước bên trong của nó: đường kính tháp D , đường kính đĩa rôto D_d , đường kính các vòng stato D_s và chiều cao mỗi ngăn h .

Để khử phenol trong nước thải nên chọn:

$$\frac{D_d}{D} = 0,65 - 0,5; \quad \frac{D_s}{D} = 0,78 - 0,85; \quad \frac{h}{D} = 0,25.$$

Tốc độ quay của rôto cũng ảnh hưởng tới hiệu suất của thiết bị. Trong điều kiện sản xuất nên chọn bằng 3-3,5 m/s.

Loại này chỉ sử dụng khi tỷ số dung tích b nhỏ. Nhược điểm của nó là khả năng vận chuyển thấp so với tháp trích ly với lớp đệm và vòi phun.

Tải trọng (theo nước và dung môi) ở tháp này tới 1,2 - 1,8 m³/m²h theo tiết diện công tác của nó. Đường kính tháp có thể tới 2m, chiều cao tới 11m, lưu lượng nước tới 120m³/h.

6.3.2.4. Tháp trích ly kiểu rung

Đây là loại thiết bị tiếp xúc liên tục trong đó các pha được phân tán và khuấy trộn nhờ chuyển động thẳng, vòng dọc theo trục tháp. Cường độ rung

được đặc trưng bằng tần số dao động f và biên độ a và được tính bằng tích của hai đại lượng này: $I = af$, mm/ph.

Bằng cách nhân cường độ rung với diện tích mặt cắt ngang của tháp ta sẽ được dung tích rung πO

$$\pi O = afF, \text{ mm}^3/\text{ph} \quad (6.20)$$

Theo cường độ rung người ta phân biệt ba chế độ công tác của tháp:

- Chế độ thứ nhất ứng với cường độ xáo trộn yếu bằng 0-230mm/ph, chế độ này ổn định nhưng hiệu suất thấp;
- khi tăng cường độ tới 1500-2000 mm/ph tùy thuộc độ nhũ tương của các pha, đường kính các giọt giảm xuống 0,5-1,5mm khi đó hiệu suất trích ly cao hơn;
- khi cường độ rung tăng quá 1500-2000 mm/ph thì sẽ xuất hiện các giọt kích thước nhỏ dạng nhũ tương.

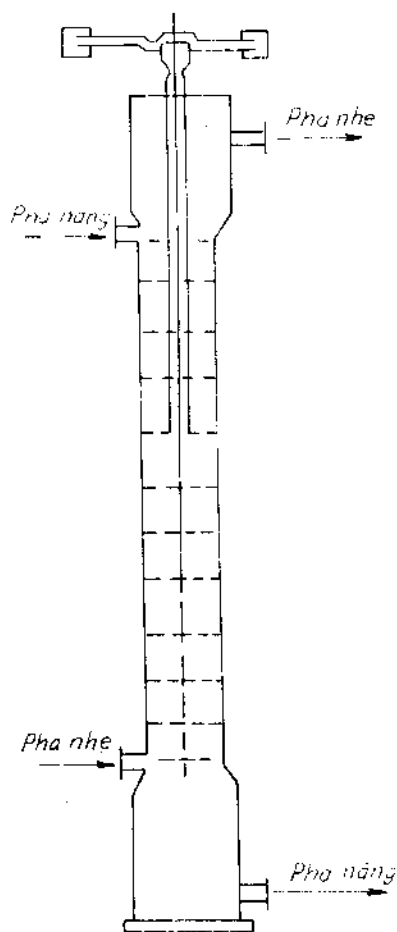
Tháp trích ly kiểu rung có thể có lớp đệm hoặc là đĩa hoặc là lớp đệm bằng đĩa sàng (h.6.8).

Để đảm bảo chế độ công tác tối ưu, đường kính các tháp trích ly kiểu rung không quá 600 mm, $H = 5\text{m}$. Để gây rung người ta dùng các máy truyền động cơ giới, hoặc máy rung hoạt động nhờ khí nén.

Khi dùng máy rung khí nén, biên độ rung phụ thuộc vào áp suất khí nén, thời gian thổi khí của một chu kỳ.

Loại tháp trích ly kiểu ly tâm, cũng là loại tiếp xúc liên tục. Trong tháp trích ly kiểu ly tâm quá trình phân tán, khuấy trộn và phân chia các pha đều nhờ lực ly tâm

Tháp trích ly kiểu ly tâm được dùng để khử phenol trong nước thải nhà máy khí than bằng benzen. Tải trọng tổng cộng các pha là $60\text{m}^3/\text{h}$ với tỷ số dung tích các pha benzen-nước là 125-150%. Nồng



Hình 6.8. Tháp trích ly với lớp đệm bằng sàng rung

độ phenol đơn nguyên tử còn lại sau khi trích ly là 0,036 g/l với nồng độ ban đầu là 2,52 g/l.

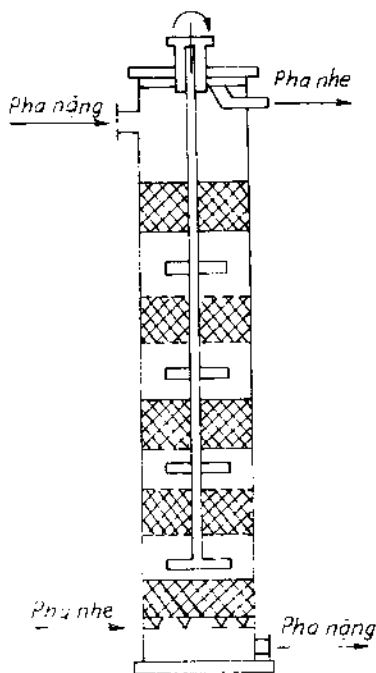
Tháp trích ly kiểu ly tâm rất phức tạp nhạy bén khi chứa các tạp chất cơ học - chỉ cho phép xử lý nước thải chứa nhũ tương nhẹ.

6.3.2.5. Tháp trích ly kiểu lắng - trộn

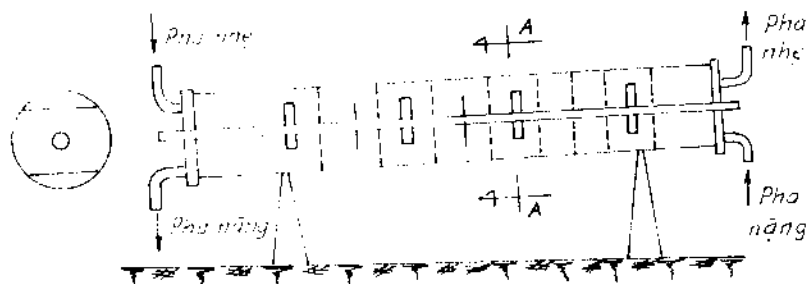
Tháp trích ly kiểu lắng trộn được dùng với lưu lượng lớn và số bậc phân chia lý thuyết khá cao. Theo cấu tạo, loại này có thể đứng hoặc ngang.

Loại tháp đứng cũng làm việc theo nguyên tắc ngược dòng gồm nhiều lớp đệm và các máy khuấy trộn. Các máy này cũng chung một trục; ở mỗi bậc máy trộn sẽ phân tán và khuấy trộn các pha với nhau. Nhũ tương hình thành lại được tách ra ở lớp đệm (h.6.9).

Các máy trộn có thể là bản lá, hướng trục tuốcbin, đĩa tròn, bơm êzectơ. Loại tháp trích ly nằm ngang cũng là một hình trụ, các máy trộn cũng cùng chung một trục ngang. Giữa các máy khuấy trộn có các vách ngăn để ngăn cách với các ngăn tạo lớp (h.6.10).



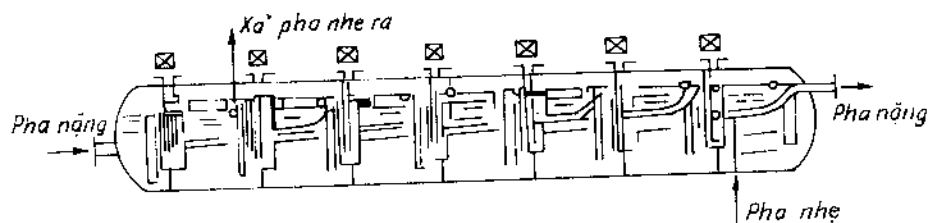
Hình 6.9. Tháp trích ly nhiều ngăn kiểu lắng - trộn



Hình 6.10. Tháp trích ly ngang nhiều ngăn với các máy trộn

Một dạng đặc biệt của tháp trích ly kiểu lắng - trộn là tháp có hệ thống

bơm và ngăn lắng. Trước đây người ta dùng bơm ly tâm công kênh, sau đó thay bằng bơm nhúng chìm nên nhẹ nhàng chắc chắn hơn (h.6.11).



Hình 6.11. Tháp trích ly ngang lắng nhiều bậc

6.4. SƠ ĐỒ TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRÍCH LY

Trạm xử lý nước thải bằng phương pháp trích ly gồm: công đoạn chuẩn bị trích ly - lắng lọc và đôi khi cacbonat hóa; công đoạn trích ly - trích ly chung bay hơi dung môi khỏi nước, thu hồi dung môi, hoàn nguyên dung môi từ phần chiết, thu hồi sản phẩm tinh (chất bẩn trong nước thải).

Thông thường phương pháp trích ly được dùng để xử lý sơ bộ nước thải của các xí nghiệp luyện nhiên liệu rắn, nhà máy hóa dầu hoặc hóa chất. Tiếp theo nước thải được xử lý bằng phương pháp sinh hóa. Để xử lý nước thải phenol người ta thường dùng butylaxetat làm dung môi. Đối với các chất bẩn khác có thể dùng những dung môi khác. Nói chung đối với các loại nước thải có thể dùng phương pháp trích ly được, sơ đồ của các công đoạn chủ yếu (trích ly và hoàn nguyên) đều như nhau.

Còn sơ đồ và thiết bị của công đoạn chuẩn bị thì có thể khác, tùy thuộc vào đặc tính của các chất bẩn không tan trong nước thải.

Hình 6.12 là sơ đồ trạm xử lý nước thải của nhà máy luyện cốc.

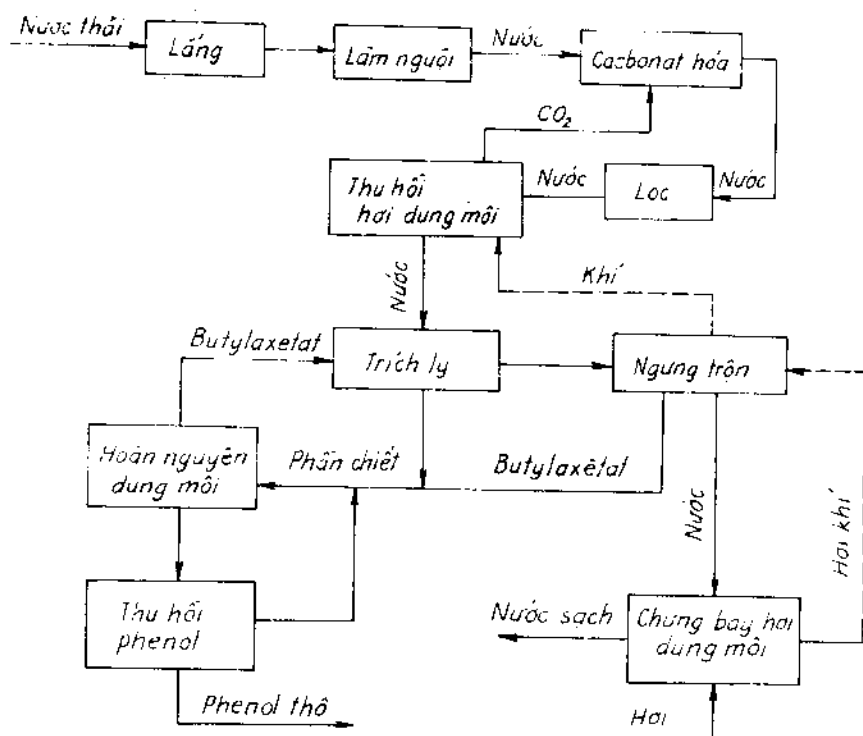
Nước thải vào trạm xử lý có nhiệt độ 50-58°C. Ở công đoạn chuẩn bị, nước qua lắng để tách nhựa và các tạp chất lơ lửng, làm nguội, qua cacbonat hóa (tức là được bão hòa bởi cacbonic), qua lọc, rồi tháp thu hồi dung môi.

Công đoạn tiếp theo là trích ly bằng butylaxetat. Sau khi trích ly, nước được qua thiết bị ngưng trộn và qua chưng bay hơi để loại butylaxetat hòa tan.

Cuối cùng nước thải được cho đi xử lý bằng phương pháp sinh hóa.

Hơi butylaxetat sau khi tách ra ở tháp chưng bay hơi sẽ được ngưng tụ ở thiết bị ngưng trộn bằng dòng nước nguội đã được khử phenol ở tháp trích ly.

Tiếp theo butylaxetat lại được tách khỏi nước và đưa trở về trích ly (bể chứa dịch thể); phần bay hơi và khí butylaxetat không kịp ngưng sẽ được đưa về tháp thu hồi, ở đó sẽ cho nước hấp thụ.



Hình 6.12. Sơ đồ trạm xử lý nước thải nhà máy luyện than cốc

Phân chiết sẽ dẫn về tháp hoàn nguyên dung môi, ở đó sẽ tách butylaxetat. Dung môi đó được hoàn nguyên và cho trở về để trích ly. Sản phẩm phía dưới tháp gọi là dịch chiết đậm đặc chứa khoảng 10% butylaxetat sẽ được dẫn đến tháp thứ hai, phần trên ở tháp thứ hai này chủ yếu là butylaxetat và một phần phenol sẽ được tách ra và dẫn về bể chứa dịch chiết. Phần dưới chính là sản phẩm phenol đã được thu hồi từ nước thải.

Ở nhiều trạm xử lý, sau khi ra khỏi tháp trích ly, không phải toàn bộ mà chỉ một phần nước qua thiết bị ngưng trộn, phần còn lại sẽ cho trực tiếp về tháp chưng bay hơi. Như vậy sẽ giảm dung tích của nhiều công trình nhưng sẽ làm nước quá nóng sau khi ra khỏi thiết bị ngưng.

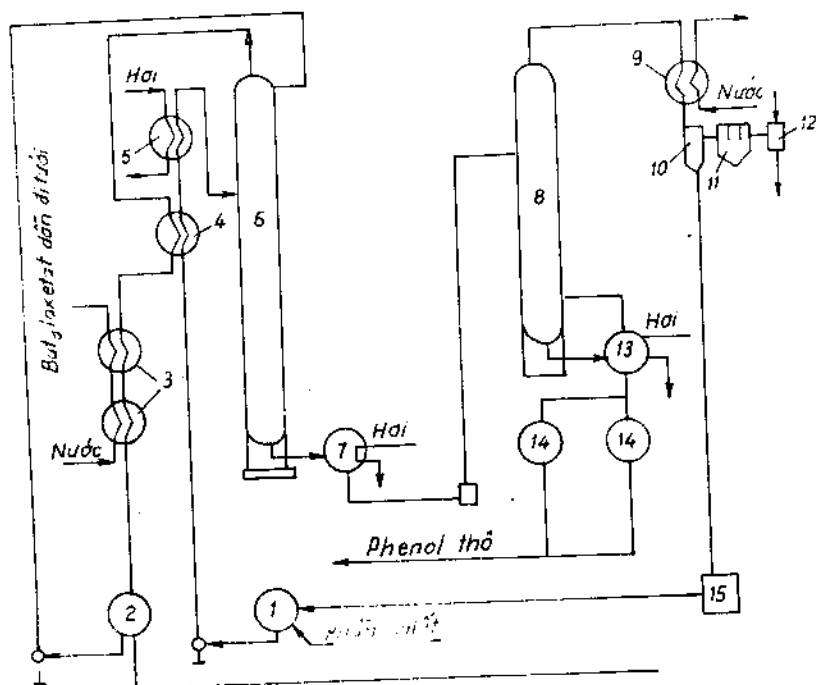
Đặc điểm của sơ đồ này là có cacbonat hóa ở công đoạn chuẩn bị. Vì trong nước thải chứa amoniac tức là làm tăng độ pH của nước, là tác nhân liên kết một phần phenol, cản trở quá trình trích ly. Do đó người ta phải cacbonat hóa để trung hòa nước.

Mức độ trung hòa amoniac có thể biểu thị bằng tỷ số giữa tổng nồng độ phân tử của khí cacbonic và hidro sunfua với nồng độ phân tử amoniac trong nước;

$$K_h = \frac{\frac{CO_2}{44} + \frac{H_2S}{44}}{\frac{NH_3}{17}} \quad (6.21)$$

Với tỷ số nồng độ khí CO_2 và NH_3 với điểm tạo thành muối trung tính amon cacbonat $(NH_4)_2CO_3$ và amon sunfua $(NH_4)_2S$ thì mức độ trung hòa $K_h = 0,5$.

Khí tăng nồng độ các khí CO_2 tới tỷ số nồng độ ứng với thời điểm tạo những muối amon bicacbonat NH_4HCO_3 hoặc amon bisunfua NH_4HS thì mức



Hình 6.13. Sơ đồ công đoạn hoàn nguyên dung môi và thu hồi phenol:

1- bình chứa dịch chiết; 2- bình chứa butylaxetat đã hoàn nguyên; 3- bình ngưng lạnh; 4- bình trao đổi nhiệt chưng hơi; 5- nồi đun nóng; 6- tháp làm việc dưới áp suất khí quyển; 7- nồi đun của tháp khí quyển; 8- tháp chân không; 9- bình ngưng lạnh; 10- thiết bị dẫn nỏ; 11- thu hồi; 12- ezectơ hơi; 13- nồi đun của tháp chân không; 14- bình chứa phenol thô; 15- bình khí áp

độ trung hòa K_h tăng tới 1.

Cacbonat hóa thường được thực hiện trong các tháp kiểu thổi khí qua đĩa chìm lỗ với lớp nước cao 7-10m. Trước đây các tháp có chứa vật liệu là các vòng rasiga 25x25x3mm, nhưng do bị dính nhựa và bụi nên người ta không dùng nữa mà thay bằng đĩa chìm lỗ. Để phân phối đều khí CO_2 người ta dùng thiết bị phân phối khí đặc biệt.

Các tháp thu hồi hơi dung môi thường có đường kính 1000mm cao 5800mm. Trong tháp có lớp vật liệu cao 1600mm gồm các vòng rasiga 35x35x4mm. Khí vào phía dưới, nước vào phía trên.

Với tỷ số butylaxetat: nước là 1 : 7, hàm lượng phenol (dễ bay hơi) còn lại trong nước sau khi trích ly là 150-160g/m³.

Ở tất cả các trạm, công đoạn hoàn nguyên dung môi và thu hồi phenol là một hệ thống gồm hai tháp chưng cất:

- tháp đầu làm việc dưới áp khí quyển, dùng để thu hồi butylaxetat hoàn nguyên tinh khiết ở lớp trên;
- tháp thứ hai làm việc dưới áp suất chân không tới 600mm Hg để tách hoàn toàn dung môi khỏi phenol thô. Sản phẩm phía trên ở tháp thứ hai sẽ cho trở lại tháp thứ nhất cùng với dịch chiết.

Sản phẩm phía dưới của tháp thứ nhất - dịch chiết đậm đặc là nguyên liệu của tháp thứ hai. Hình 6.13 là sơ đồ công đoạn hoàn nguyên và thu hồi phenol. Tháp khí quyển là loại tháp có vật liệu hoặc có đĩa và được trang bị nồi đun, bình trao đổi nhiệt, nồi đun nguyên liệu, bình ngưng lạnh. Tháp chân không cũng có nồi đun, bình ngưng lạnh, bình khí áp phục vụ cho việc thu hồi lớp sản phẩm trên, hai bình chứa sản phẩm dưới (phenol thô) làm việc theo thứ tự nối tiếp. Chân không được tạo thành nhờ ézectơ hơi.

Ở trạm xử lý nước thải nhà máy luyện cốc, phần sản phẩm trên của tháp chân không chứa 75% phenol nhẹ và 25% butylaxetat và sẽ được chuyển về phía dưới của tháp khí quyển.

6.5. CÁC CHỈ TIÊU CÔNG NGHỆ VÀ KINH TẾ

Ở bảng 6.2 là các chỉ tiêu công nghệ của một số trạm xử lý nước thải chứa phenol.

Bảng 6.2. Đặc tính công tác của các trạm khử phenol

Các chỉ tiêu	Trạm xử lý nước thải		
	nhà máy luyện cốc	nhà máy khí than	nhà máy luyện than đá
1	2	3	4
Lượng nước thải, m ³ /h	30-40	70-90	60
Hàm lượng các chất trước khi xử lý, kg/m ³			
- phenol dễ bay hơi	5	3,2-3,3	1
- phenol không bay hơi	<u>6,8</u>	<u>12-13</u>	<u>7</u>
Công	<u>118</u>	<u>4,5-4,6</u>	<u>8</u>
- H ₂ S	0,1	0,4 - 0,7	
- NH ₃	6	4,5-50	0,5-0,7
- nhựa		0,12	12-2
Hàm lượng phenol sau khi xử lý, kg/m ³			
- dễ bay hơi	0,15	0,12 - 0,25	0,04-0,07
- không bay hơi	<u>1,15</u>	<u>0,52</u>	<u>0,32-0,38</u>
Công	<u>1,30</u>	<u>0,64-0,77</u>	<u>0,36-0,45</u>
Mức độ thu hồi phenol, %			
- dễ bay hơi	97	92,5-96	93,5
- không bay hơi	83	57-60	94,6
Tỷ lệ thể tích butylaxetat và nước	1:7	1:10	1:7
Hàm lượng phenol trong butylaxetat đã hoàn nguyên, kg/m ³	0,1-0,8	3-5	0,3-0,36
Hàm lượng của phenol trong dịch chiết, %	10	-	54 kg/m ³
Phenol	90	50	89
Butylaxetat	10	30-50	10
Nước	-	-	1
Dầu mỡ trung tính	1,5	4-5	2-2,7
Nhiệt độ nước, °C	25-30	35-40	-
- tháp thấp thu hồi hơi dung môi	30	27-30	35
- vào tháp trích ly	30	22-30	35
Nhiệt độ dịch ngưng ở tháp chưng bay hơi, °C	35-40	40	
Nhiệt độ ở tháp chưng bay hơi tách butylaxetat khỏi nước, °C			
- vào tháp	-	93-95	
- trên tháp	78-82	96-97	98
- dưới tháp	93-97	101	100

Tiếp bảng 6.2

1	2	3	4
Nhiệt độ ở thấp khí quyển, °C			
- nguyên liệu vào	120	100-120	120
- trên tháp	120	114-120	118
- dưới tháp	180	141-173	
Độ chân không ở thấp chân không (P_A - áp suất khí quyển)	600mmHg	P_A + hơi nóng	P_A + hơi nóng
Nhiệt độ trong tháp chân không, °C			
- trên tháp		118	98
- dưới tháp	196	145	180

Bảng 6.3. Tồn thất butylacetat

Các loại tồn thất	Tồn thất butylacetat	
	g/m ³ nước	% toàn bộ tồn thất
Cơ học (rò rỉ, bay hơi...)	30	12
Lý học		
- với phenol thô	90	36
- với khí ở thấp thu hồi hơi dung môi	3	1
Hóa học (do thủy phân butylacetat)	127	81
Cộng	250	100

Bảng 6.4. Phân tích giá thành xử lý khí xuất xưởng

Chỉ tiêu	Tỷ lệ phần trăm các khoản so với toàn bộ giá thành, %	
	nhà máy luyện cốc	nhà máy khí than
Butylacetat	16	29
Hơi	20	24,5
Điện năng	5	2
Nước kỹ thuật	1	0,5
Lương	8,5	58
Khấu hao	1,5	
Sửa chữa hàng năm	13,5	
Chi phí xử lý	21	
		44

Bảng 6.5. Chi tiêu chi phí cho 1m^3 nước thải

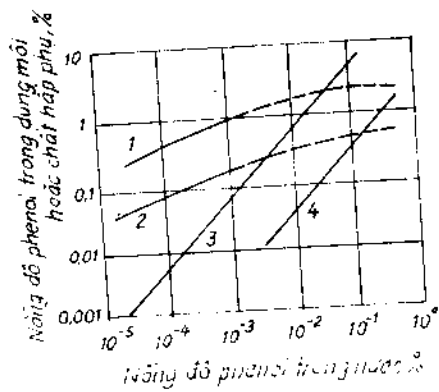
Chỉ tiêu	Trạm xử lý nước thải nhà máy			
	luyện cốc	khí than	than đá	luyện cốc hàn
Butylaxetat, kg/m^3	0,25	0,39	0,58	0,20
Hơi, MJ/m^3	0,38	0,55	0,59	0,38
hoặc Mcal/m^3	0,09	0,13	0,14	0,09
Điện năng, MJ/m^3	20,5	10,4		9,0
hoặc $\text{kW.h}/\text{m}^3$	5,7	2,9		2,5
Nước kỹ thuật, m^3/m^3	2,4			4
CO_2 , m^3/m^3	30			

Lượng phenol thu hồi được từ 1m^3 nước thải tùy thuộc vào loại nhà máy, có thể từ 5-14 kg.

6.6. PHẠM VI SỬ DỤNG CỦA PHƯƠNG PHÁP TRÍCH LY

Ta biết rằng để thu hồi một chất bẩn hữu cơ nào đó trong nước thải có thể dùng nhiều biện pháp khác nhau: trích ly, hấp phụ trên các vật liệu rắn, chưng cất bay hơi cùng với hơi nước, ... Chọn biện pháp nào là tùy thuộc vào chi phí cần thiết để tách các chất đó với mức độ có thể sử dụng lại được. Phương pháp chưng cất bay hơi chỉ dùng khi lượng nước thải ít và chỉ khử một chất bẩn nào đó trong nước thải. Phương pháp trích ly và hấp phụ đều có thể sử dụng để xử lý cùng một chất bẩn hoặc một nhóm chất bẩn trong nước thải. Chọn một trong hai biện pháp đó phải dựa vào hiệu suất thu hồi chất bẩn trong điều kiện cụ thể.

Năm 1954 Distris đã kiến nghị sử dụng các phương pháp hấp phụ hoặc trích ly dựa trên cơ sở đồ thị phản ánh mối liên hệ giữa nồng độ chất bẩn trong nước và trong dung môi hoặc trong chất hấp phụ (h.6.14). Trên hình vẽ ta thấy: ở phạm vi nồng độ chất bẩn trong nước thấp thì nồng độ của nó trong dung môi nhỏ hơn so với nồng độ trong chất hấp phụ. Ở phạm vi nồng độ chất bẩn trong nước cao thì nồng độ của nó trong dung môi lớn hơn trong chất hấp phụ. Vì vậy



Hình 6.14. Những đường đẳng nhiệt của quá trình thu hồi phenol trong nước bằng phương pháp hấp phụ và trích ly: 1- than hoạt tính I; 2- than hoạt tính II; 3- dung môi butylaxetat; 4- dung môi benzen

ở phạm vi đầu dùng phương pháp hấp phụ lợi hơn. Ở phạm vi sau thì phương pháp trích ly lợi hơn. Tại điểm gặp nhau của những đường cong tức là ứng với nồng độ mà phương pháp hấp phụ và trích ly đều có hiệu suất giống nhau.

Tuy nhiên đối với mỗi chất đều có giới hạn nồng độ nhất định, tại đó xác định hiệu quả thu hồi trong nước.

Nói chung với nồng độ chất bẩn trong nước trên 3-4g/l thì dùng phương pháp trích ly hợp lý hơn, với nồng độ dưới 1g/l thì dùng phương pháp hấp phụ.

Ngoài ra còn tùy thuộc vào yêu cầu công nghệ, giá thành dung môi, tổn thất dung môi và giá trị của sản phẩm thu hồi được.

Nói tóm lại khi dùng phương pháp trích ly phải đảm bảo đầy đủ các điều kiện sau đây:

- chọn đúng dung môi;
- tạo được giá trị pH tối ưu trong quá trình trích ly;
- xác định được tổn thất dung môi trong nước;
- có biện pháp ngăn hiện tượng tạo nhũ tương hạn chế tổn thất dung môi;
- dễ tách phân chiết (hỗn hợp dung môi với chất bẩn) khỏi nước và chất bẩn thu hồi được là sản phẩm quý.

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

7.1. NHỮNG NGUYÊN LÝ CHUNG CỦA PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

Hiện nay phương pháp hấp phụ được sử dụng rộng rãi để xử lý nước thải công nghiệp vì phương pháp này rất vạn năng. Phương pháp này cho phép xử lý nước thải chứa một hoặc nhiều loại chất bẩn khác nhau, kể cả khi nồng độ chất bẩn trong nước rất thấp, trong khi đó dùng các phương pháp khác để xử lý thì không được hoặc cho hiệu suất rất thấp. Như vậy phương pháp hấp phụ còn có thể dùng để xử lý triệt để nước thải sau khi đã xử lý bằng các phương pháp khác.

Hiện tượng tăng nồng độ chất tan trên bề mặt phân chia giữa hai pha gọi là hiện tượng hấp phụ. Hấp phụ có thể diễn ra ở bề mặt biên giới giữa hai pha lỏng và khí, giữa pha lỏng và pha rắn. Trong công nghệ xử lý nước thải khi nói về phương pháp hấp phụ tức là nói về quá trình hấp phụ chất bẩn hòa tan ở bề mặt biên giới giữa pha lỏng và pha rắn. Người ta phân biệt ba loại hấp phụ sau đây:

- *Hấp thụ* là quá trình, trong đó những phân tử của chất bẩn hòa tan chẳng những tập trung ở bề mặt mà còn bị hút sâu vào các lớp bên trong của chất rắn (hoặc chất lỏng). Tốc độ hấp thụ thường nhỏ hơn rất nhiều so với tốc độ hấp phụ. Khi xử lý nước thải chứa các chất bẩn dạng khí hòa tan thì người ta dùng các phương pháp hấp thụ-thấp hấp thụ hoặc thấp lọc khí;

- *Hấp phụ lý học* là quá trình hút (hay còn gọi là tập trung) của một hoặc hỗn hợp các chất bẩn hòa tan thể khí hoặc thể lỏng trên bề mặt chất rắn;

- *Hấp phụ hóa học* là quá trình hút các chất tan dạng khí dưới tác dụng hóa học. Nói cách khác, tức là các chất tan hấp phụ lên bề mặt và tạo phản ứng hóa học với chất rắn.

Ví dụ, khi hút các loại khí CO_2 , SO_2 , NO_2 , NH_3 ,... trong nước thải. Trong điều kiện thực tế, các loại hấp phụ trên đây cùng diễn ra song song và xen kẽ. Tuy nhiên trong đa số trường hợp thì hấp phụ có ý nghĩa quyết định nên ở đây chủ yếu ta xét quá trình hấp phụ. Quá trình hấp phụ tùy thuộc đặc tính chất bẩn, dung môi và chất hấp phụ rắn.

Hấp phụ các chất bẩn hòa tan là kết quả của sự di chuyển phân tử của những chất đó từ nước vào bề mặt chất rắn (gọi là *chất hấp phụ*) dưới tác dụng của trường lực bề mặt. Trường lực bề mặt gồm hai dạng:

- *hidrat hóa các phân tử chất tan, tức là tác dụng tương hỗ giữa những phân tử chất bẩn hòa tan với những phân tử nước trong dung dịch;*
- *tác dụng tương hỗ giữa những phân tử chất bẩn bị hấp phụ với các nguyên tử trên bề mặt chất rắn.*

Hai dạng tác dụng tương hỗ trên đây đối kháng với nhau. Tác dụng hidrat hóa càng mạnh thì các chất bẩn càng khó hấp phụ vào bề mặt chất rắn và ngược lại. Tác dụng hidrat hóa càng mạnh khi chứa càng nhiều nhóm hidroxy trong phân tử chất bẩn, vì nhóm hidroxy có năng lượng hidrat hóa lớn do chúng có liên kết hidro với các phân tử nước.

Phân tử chất bẩn có điện tích làm cho phân tử nước hướng vào bao bọc xung quanh. Kết quả phân tử chất bẩn khi phân ly thành ion sẽ hấp phụ vào bề mặt chất rắn với năng lượng rất nhỏ so với những phân tử của chính những chất đó khi không bị phân ly (bảng 7.1).

Những chất có cấu trúc phân tử với liên kết kép tức là liên kết có π - điện tử thì sẽ có lực hấp phụ mạnh nhất. Do đó các hợp chất thơm (mạch vòng) sẽ hấp phụ với năng lượng mạnh hơn rất nhiều so với hợp chất mạch thẳng (đặc biệt là các hợp chất no) và sẽ đẩy các hợp chất mạch thẳng khỏi bề mặt chất rắn vào trong dung dịch.

Bảng 7.1. Năng lượng hấp phụ của những dẫn xuất của benzen khi phân ly và không bị phân ly (khi xử lý nước thải bằng than hoạt tính)

Tên chất	Năng lượng hấp phụ, kcal/mol	
	những phân tử không bị phân ly	ion
Phenol	5,07	0
Anilin	2,30	3,91
<i>n</i> - Nitroanilin	5,91	4,72
Nitrophenol	5,71	4,45
<i>n</i> - Cloanilin	5,63	4,28
Axit <i>n</i> - oxibenzoic	5,45	4,21
Axit <i>n</i> -aminobenzoic	5,69	0,00

Như vậy nếu trong nước thải chứa các hợp chất mạch thẳng không có nhóm dinh chức để tăng lực hấp phụ, hoặc chứa các chất hữu cơ điện ly mạnh thì sẽ tồn rất nhiều chất hấp phụ. Phương pháp hấp phụ không thể dùng để thu hồi các chất như rượu đơn chức, glicol, nhưng sẽ cho hiệu quả cao khi xử

lý nước thải chứa các keo điện ly, vì ion của chất này sẽ cùng với muối khoáng trong nước tạo thành mixen, tức là dẫn tới hiện tượng khử hydrat một phần. Tùy thuộc mục đích xử lý - thu hồi sản phẩm quý, khử các chất gây cản trở cho xử lý sinh hóa sau này,... người ta có thể xử lý riêng biệt từng loại nước thải sản xuất hoặc xử lý hỗn hợp các loại nước đổ.

Những loại nước đổ có thể chứa các chất gần nhau hoặc rất khác nhau về năng lượng hấp phụ.

Để đánh giá lực hấp phụ người ta dùng chỉ tiêu giảm năng lượng hấp phụ tự do (ΔF_{hp}) khi thực hiện hấp phụ một chất trong điều kiện tiêu chuẩn tức là dung dịch cực loãng. ΔF_{hp} được biểu thị bằng kcal/mol hoặc J/mol. Những chất có ΔF_{hp} càng lớn thì khả năng hấp phụ càng mạnh và sẽ đẩy những chất có ΔF_{hp} nhỏ hơn khỏi bề mặt chất rắn. Do đó nếu cho nước thải chứa nhiều loại chất bẩn lọc qua lớp vật liệu hấp phụ thì các chất có ΔF_{hp} nhỏ hơn sẽ xuất hiện ở nước lọc sớm hơn. Nếu các chất có ΔF_{hp} như nhau thì đồng thời một lúc sẽ xuất hiện trong nước lọc.

Các chất kỵ nước sẽ hấp phụ tốt hơn (ví dụ dầu, hidrocarbon) so với các chất ưa nước (như rượu đơn chức, axit cacboxylic ROOH).

Các chất không phân ly (benzen, nitrobenzen, clobenzen, cloroform,...) bị hấp phụ như nhau với bất kỳ giá trị pH của dung dịch. Số phân tử không phân ly cũng chính là tổng số phân tử chất tan đó và không thay đổi mặc dù chỉ số hidro thay đổi.

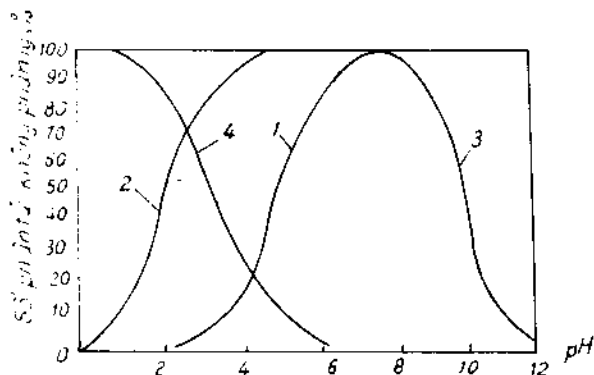
Các chất không phân ly (benzen, nitrobenzen, clobenzen, cloroform,...) bị hấp phụ như nhau với bất kỳ giá trị pH của dung dịch. Số phân tử không phân ly cũng chính là tổng số phân tử chất tan đó và không thay đổi mặc dù chỉ số hidro thay đổi.

Đặc biệt đáng chú ý là khi hấp phụ các axit và kiềm hữu cơ yếu, vì ta đã biết khi có axit mạnh hoặc kiềm mạnh thì việc phân ly các axit yếu hoặc kiềm yếu sẽ không diễn ra. Do đó việc hấp phụ các axit yếu sẽ diễn ra rất mạnh và hoàn toàn khi giá trị pH của nước thấp và tương ứng với kiềm yếu khi pH cao.

Nói chung với đa số các chất bẩn, khi hấp phụ có thể xác định giá trị pH tối ưu. Nếu các loại nước thải có giá trị pH tối ưu khác nhau thì hoặc là phải thực hiện hấp phụ ở những thùng hay tháp hấp phụ riêng biệt để tạo pH tối ưu cho từng loại nước thải; hoặc là cho hỗn hợp các loại nước thải nối tiếp qua các thùng hấp phụ với điều kiện lần lượt tạo khoảng pH tối ưu tương ứng cho từng loại nước thải. Nếu không tạo được giá trị pH tối ưu khi hấp phụ các chất bẩn hữu cơ phân ly yếu trong nước thì sẽ tổn hao nhiều lượng vật liệu hấp phụ mà vẫn không đạt được hiệu quả mong muốn.

Hình 7.1 biểu thị sự phụ thuộc giữa hàm lượng các phân tử không phân ly của một số dẫn xuất benzen với giá trị pH của nước thải.

Như vậy khi xử lý nước thải bằng phương pháp hấp phụ thì đầu tiên sẽ loại được các phân tử của các chất không phân ly thành ion rồi sau đó mới loại được các chất phân ly.



Hình 7.1. Sự phụ thuộc giữa hàm lượng các phân tử không phân ly (%) của một số chất thơm điện ly yếu với giá trị pH.
1- anilin; 2- nitroanilin; 3- phenol; 4- axit oxibenzoic

Khi hấp phụ sẽ kèm theo hiện tượng giảm năng lượng tự do ở dạng nhiệt tỏa ra. Do đó quá trình hấp phụ sẽ diễn ra mạnh nếu kịp thời hút nhiệt tỏa ra khỏi môi trường, nghĩa là nếu thực hiện hấp phụ ở nhiệt độ thấp của nước thải. Ngược lại, nếu nhiệt độ của nước thải cao sẽ có thể diễn ra quá trình khử hấp phụ. Vì vậy thực tế người ta dùng nhiệt để phục hồi khả năng hấp phụ của các hạt rắn là dựa vào nguyên tắc này.

Quy luật chung của quá trình hấp phụ

Quá trình hấp phụ là quá trình thuận nghịch. Nghĩa là sau khi chất bẩn đã bị hấp phụ rồi, có thể di chuyển ngược lại từ bề mặt chất hấp phụ vào dung dịch. Hiện tượng này gọi là *khử hấp phụ*.

Với những điều kiện như nhau, tốc độ của các quá trình thuận nghịch tương ứng tỷ lệ với nồng độ chất bẩn trong dung dịch và trên bề mặt chất hấp phụ. Khi nồng độ chất bẩn trong dung dịch ở giá trị cao nhất thì tốc độ hấp phụ cũng lớn nhất. Khi nồng độ chất bẩn trên bề mặt chất hấp phụ tăng thì số phân tử (đã bị hấp phụ) sẽ di chuyển trở lại dung dịch cũng càng nhiều hơn.

Trong một đơn vị thời gian, số phân tử bị hấp phụ từ dung dịch lên bề mặt chất hấp phụ bằng số phân tử di chuyển ngược lại từ bề mặt chất hấp phụ vào dung dịch thì nồng độ chất bẩn hòa tan trong dung dịch sẽ là một đại lượng không đổi. Nồng độ này gọi là *nồng độ cân bằng*.

Quá trình hấp phụ đẳng nhiệt được biểu thị bằng công thức freindlix :

$$a = K \cdot C_{cb}^n, \quad (7.1)$$

trong đó a - lượng hấp phụ đơn vị, mg chất bẩn/cm³ chất hấp phụ; C_{cb} - nồng

độ cân bằng, mg/l; K và n - những hệ số thực nghiệm tùy thuộc loại chất hấp phụ rắn, đặc tính và nồng độ chất bẩn hòa tan, nhiệt độ môi trường.

Chẳng hạn khi hấp phụ phenol bằng than hoạt tính thì $K = 17-18$, $n = 23$ (với nhiệt độ 10°C). Khi hấp phụ axit axetic thì $K = 0,97$, $n = 0,4$ (với nhiệt độ $18-20^{\circ}\text{C}$) và nồng độ axit axetic trong nước thải là $2000 - 20000 \text{ mg/l}$.

Ngoài ra còn có thể dùng công thức:

$$\alpha = K_{\text{hấp}} \cdot C_{\text{ch}}, \quad (7.2)$$

$K_{\text{hấp}}$ - hằng số phân bố của chất bẩn giữa chất hấp phụ và dung dịch.

Các giá trị C_{ch} , K , n , $K_{\text{hấp}}$ phải xác định bằng thực nghiệm riêng đối với từng loại chất bẩn và chất hấp phụ. Do đó việc chọn chính xác chất hấp phụ là một việc có ý nghĩa rất quan trọng.

Người ta phân biệt hai kiểu hấp phụ: hấp phụ trong điều kiện tĩnh và hấp phụ trong điều kiện động.

Hấp phụ trong điều kiện tĩnh là không có sự chuyển dịch tương đối của phân tử chất lỏng (nước) so với phân tử chất hấp phụ mà chúng cùng chuyển động với nhau. Biện pháp thực hiện là cho chất hấp phụ vào nước và khuấy trộn trong một thời gian đủ để đạt được trạng thái cân bằng (nồng độ cân bằng). Tiếp theo cho lắng hoặc lọc để giữ chất hấp phụ lại và tách nước ra.

Hấp phụ trong điều kiện động là có sự chuyển động tương đối của phân tử chất lỏng (nước) so với phân tử chất hấp phụ. Biện pháp thực hiện là cho nước lọc qua lớp vật liệu hấp phụ. Khi nghiên cứu về hấp phụ người ta phải biết *hoạt tính* của chất hấp phụ hay còn gọi là *hấp phụ đơn vị*. Đó là lượng chất bẩn tính bằng miligam hay gam, bị hấp phụ trên 1 g hay 1 cm^3 chất hấp phụ. Ngoài ra hoạt tính còn có thể biểu thị bằng tỷ lệ phần mười hoặc phần trăm theo trọng lượng hoặc thể tích chất hấp phụ.

Ứng với hai kiểu hấp phụ đó, có hoạt tính tĩnh và hoạt tính động của chất hấp phụ:

- *hoạt tính tĩnh* là lượng chất bẩn tối đa (mg. g) bị hấp phụ trên 1 g hoặc 1 cm^3 chất hấp phụ ở thời điểm đạt trạng thái cân bằng với nhiệt độ nhất định của nước và nồng độ ban đầu của chất bẩn hòa tan trong nước.

- *hoạt tính động* là lượng chất bẩn (mg. g) bị hấp phụ trên 1 g hoặc 1 cm^3 vật liệu hấp phụ kể từ đầu quá trình cho tới thời điểm xuất hiện chất bẩn ở nước lọc.

Hoạt tính động bao giờ cũng nhỏ hơn hoạt tính tĩnh. Ví dụ, đối với than hoạt tính, hoạt tính động bằng $85-95\%$ hoạt tính tĩnh; đối với silicagen là $60-70\%$. Hoạt tính của chất hấp phụ tỷ lệ với bề mặt của nó. Bề mặt lại phụ thuộc vào kích thước của lỗ hổng 1 kg than hoạt tính với kích thước lỗ hổng

$d = 2 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$ có bề mặt $S = 1 \cdot 10^6 \text{ m}^2$.

Nếu $d = 2 \cdot 10^{-7} - 2 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ tương ứng $S = 10^5 \text{ m}^2$
và $d = 2 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ tương ứng $S = 10^3 - 2 \cdot 10^3 \text{ m}^2$.

Tuy nhiên muốn bề mặt chất hấp phụ được sử dụng tối đa thì kích thước của hạt chất rắn phải tương ứng với kích thước lỗ hổng của chất hấp phụ. Trong đó nếu kích thước lỗ hổng càng lớn thì sự cân bằng hấp phụ diễn ra càng nhanh.

Đối với các chất hấp phụ có kích thước lỗ hổng $d = 2 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$, khi hấp phụ những hợp chất cao phân tử, thời gian đạt trạng thái cân bằng rất nhanh và tức thời. Cũng với các chất rắn đó, khi hấp phụ bằng than có lỗ hổng nhỏ, thời gian đạt trạng thái cân bằng khoảng 10-20 ph. Điều này cần tính tới khi chọn các chất hấp phụ để làm vật liệu nạp vào các bể lọc.

7.2. CHỌN CHẤT HẤP PHỤ

Những chất hấp phụ có thể là: than hoạt tính, silicagen, nhựa tổng hợp có khả năng trao đổi ion, cacbon sunfua, than nâu, than bùn, than cốc, đolômit, caolan, tro và các dung dịch hấp phụ lỏng. Những bông của những chất keo tụ (hidroxit của kim loại) và bùn hoạt tính từ bể aerôten cũng có khả năng hấp phụ. Để hấp phụ các chất bẩn hữu cơ từ dung dịch nước, đầu tiên phải dùng các vật liệu xốp (than hoạt tính, các chất hữu cơ tổng hợp).

Các vật liệu có tính phân cực ưa nước: đất sét, silicagen, hidroxit của kim loại, thực tế không dùng để hấp phụ các chất bẩn trong nước. Vì năng lượng tác dụng tương hỗ giữa chúng với các phân tử nước hầu như bằng hoặc lớn hơn năng lượng hấp phụ của chúng với các phân tử các chất hữu cơ. Tuy nhiên, nếu trong dung dịch nước, các phân tử hoặc ion tạo ra những tập hợp lớn; chẳng hạn những ion hoặc phân tử của những chất hoạt tính về mặt với những móc xích dài của gốc hidrocarbon, những ion của thuốc nhuộm trực tiếp với sự có mặt của muối khoáng - thì năng lượng hấp phụ của những tập hợp và mixen sẽ lớn hơn rất nhiều so với năng lượng liên kết của nước với bề mặt chất hấp phụ ưa nước nhất. Vì vậy các chất hoạt tính bề mặt (chất tẩy giặt, chất tạo nhũ), thuốc nhuộm trực tiếp và các hợp chất khác có tính chất của chất điện ly keo thì chẳng những sẽ bị hấp phụ rất mạnh từ các dung dịch keo vào các chất hấp phụ kỵ nước (như than hoạt tính, nhựa tổng hợp) mà còn cả vào các vật liệu xốp ưa nước, đặc biệt là oxit của nhôm, sắt. Do đó nên dùng các hidroxit này để hấp phụ các hợp chất keo. Bởi vì ngay cả các loại than khử màu có lỗ hổng lớn nhất (mac OY) cũng chỉ có 20% lỗ hổng, có thể hấp phụ được những mixen của những chất tẩy giặt tổng hợp, axit humic hoặc thuốc nhuộm trực tiếp. Trong khi đó hầu như toàn bộ bề mặt của các lỗ hổng lớn của các hidroxit

của nhôm, sắt (vừa lắng) có thể hấp phụ được mixen của những hợp chất đó.

Rõ ràng rằng khi nước thải chứa hỗn hợp các chất bẩn hòa tan ở dạng phân tử và ở dạng các chất tạo mixen lớn thì đầu tiên nên xử lý bằng bông cặn tươi của những hidroxít của nhôm hoặc sắt.

Than hoạt tính dùng để xử lý nước thải công nghiệp phải có những tính chất đặc biệt khác với các loại than để hấp phụ khí hoặc hơi dung môi. Than phải xốp với lỗ hổng lớn để bề mặt có thể hút được phân tử của các chất bẩn hữu cơ tổng hợp. Phải có khả năng chống mài mòn dễ thấm ướt trong nước.

Tùy thuộc phương thức sử dụng, than hoạt tính phải có thành phần cấp phối hạt nhất định. Than dùng để xử lý nước thải (nhất là theo phương pháp xử lý kiểu phục hồi) nên có hoạt tính xúc tác nhỏ nhất đối với các phản ứng oxy hóa, ngưng tụ hoặc không được làm mất giá trị sản phẩm đã thu hồi.

7.3. KỸ THUẬT HẤP PHỤ

7.3.1. Hấp phụ trong điều kiện tĩnh

Như trên đã nói, khi hấp phụ tĩnh, chất hấp phụ được giữ ở trạng thái lơ lửng trong nước nhờ khuấy trộn. Ở đó không có sự dịch chuyển tương đối giữa dung dịch cơ bản của nước so với các hạt chất hấp phụ. Thời gian tiếp xúc giữa nước và chất hấp phụ thường bằng 0,7 - 0,8, thời gian cân bằng tổng cộng và phải xác định bằng thực nghiệm. Để xác định thời gian tiếp xúc người ta phải dựng đồ thị $\Delta C = f(t)$ theo tọa độ vuông góc: trục hoành là thời gian t , trục tung là $\Delta C = C_0 - C$, trong đó C_0 là nồng độ ban đầu của chất bẩn, C là nồng độ của chất bẩn còn lại trong nước sau khoảng thời gian tiếp xúc t .

Thời gian tiếp xúc giới hạn là thời gian kể từ đầu cho tới khi giữa hai giá trị của ΔC gần nhau, không khác nhau lắm (giữa hai giá trị ΔC trong khoảng 1 - 3 h), nghĩa là tới khi nồng độ chất bẩn còn lại trong nước hầu như không đổi. Nồng độ này có thể chọn bằng giá trị nồng độ cân bằng.

Như vậy thời gian đạt tới trạng thái cân bằng hoàn toàn t_{gh} phải ứng với $\Delta C_{gh} = C_0 - C_{gh}$ để:

$$\frac{\Delta C_{gh}}{\Delta C_{cb}} = \frac{C_0 - C_{gh}}{C_0 - C_{cb}} = 0,7 - 0,8, \quad (7.3)$$

Lượng chất hấp phụ cần thiết phải cho vào nước thải để giảm nồng độ chất bẩn từ C_0 tới C_{cb} được xác định từ phương trình cân bằng vật chất sau:

$$m \cdot a + Q \cdot C_{cb} = Q \cdot C_0, \quad (7.4)$$

$$m = \frac{Q(C_0 - C_{cb})}{a}, \quad (7.5)$$

trong đó m - lượng chất hấp phụ, kg hoặc g; a - hấp phụ đơn vị tính, g/g chất

hấp phụ; Q - lượng nước thải, l; C_0 - nồng độ chất bẩn ban đầu trong nước thải, g/l; C_{cb} - nồng độ cân bằng của chất bẩn trong nước, g/l.

Thay $a = K_{hp} \cdot C_{cb}$ ở phương trình (7.2) ta có:

$$m = \frac{Q(C_0 - C_{cb})}{K_{hp} \cdot C_{cb}} \quad (7.6)$$

Từ đó ta cũng có thể xác định C_{cb} (nồng độ chất bẩn còn lại trong nước):

$$C_{cb} = \frac{Q \cdot C_0}{Q + K_{hp} m} \quad (7.7)$$

Nếu cho chất hấp phụ nối tiếp vào nước với liều lượng không đổi ở mỗi lần hấp phụ thì nồng độ cân bằng (còn lại) của chất bẩn trong nước sau lần thứ n sẽ là:

$$C_n = \left(\frac{Q}{Q + K_{hp} m} \right)^n \cdot C_0 \quad (7.8)$$

Từ phương trình (7.8) ta thấy: nếu hấp phụ nhiều lần nối tiếp thì sẽ sử dụng được triệt để khả năng hấp phụ của chất rắn và giảm được chi phí chất hấp phụ.

Ví dụ. $Q = 5m^3/h$, $C_0 = 100$ mg/l, chất hấp phụ có $K_{hp} = 10000$. Xác định nồng độ chất bẩn còn lại trong nước khi xử lý bằng chất hấp phụ với liều lượng 1g/l theo 1, 2, 4 bậc?

Giải. 1) Hấp phụ một lần, lượng chất hấp phụ tiêu thụ:

$$m = 0,001 \cdot 5 \cdot 1000 = 5 \text{ kg/h.}$$

Nồng độ chất bẩn còn lại trong nước sau một bậc hấp phụ:

$$C_1 = \frac{5000 \cdot 0,1}{5000 + 10000 \cdot 5} = 0,0091 \text{ g/l} = 9,1 \text{ mg/l.}$$

2) Hai bậc hấp phụ $n = 2$, lượng chất hấp phụ cho vào mỗi bậc $m = 5/2 = 2,5 \text{ kg.}$

Nồng độ còn lại trong nước sau bậc hấp phụ thứ hai theo công thức (7.8)

$$C_2 = \left(\frac{5000}{5000 + 10000 \cdot 2,5} \right)^2 \cdot 0,1 = 0,0028 \text{ g/l} = 2,8 \text{ mg/l.}$$

3) Bốn bậc hấp phụ: $n = 4$

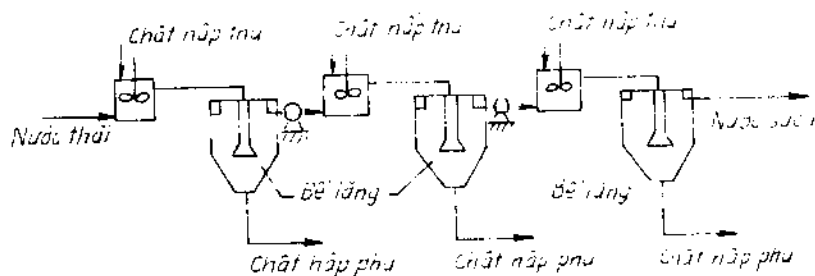
$$m = 5/4 = 1,25 \text{ kg/h, } C_4 = \left(\frac{5000}{5000 + 10000 \cdot 1,25} \right)^4 \cdot 0,1$$

$$C_4 = 0,00067 \text{ g/l} = 0,67 \text{ mg/l.}$$

Như vậy nếu chỉ sử dụng một bậc hấp phụ muốn giảm từ $C_0 = 100 \text{ mg/l}$ tới $C = 0,67 \text{ mg/l}$ thì sẽ cần [theo công thức (7.6)]

$$m = \frac{5000 (0,1 - 0,00067)}{10000 \cdot 0,00067} = 75 \text{ kg/h.}$$

Nếu lượng nước thải ít thì chỉ cần nhiều lần hấp phụ trong một bể phản ứng - hấp phụ, trang bị máy khuấy để giữ cho chất hấp phụ ở trạng thái lơ lửng. Khi đó sau mỗi thời gian t (tức là thời gian cần thiết để đạt trạng thái cân bằng, cho chất bẩn kịp phân bố trong chất hấp phụ và trong nước) rồi cho lắng để tách ra. Tiếp tục lại cho đợt chất hấp phụ mới vào.



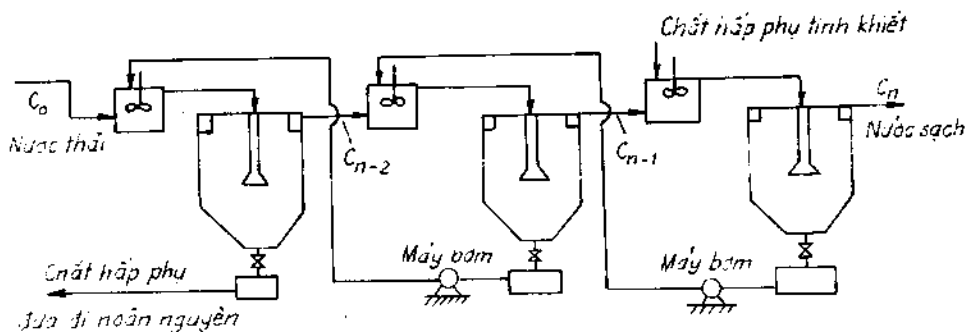
Hình 7.2. Hấp phụ nhiều bậc với nối tiếp xuôi dòng

Nếu lưu lượng nước thải lớn thì thực hiện hấp phụ nhiều bậc nối tiếp xuôi dòng (h.7.2).

Hấp phụ nhiều bậc ngược dòng

Như trên ta thấy, nên sử dụng phương pháp hấp phụ để xử lý nước loãng ít đậm đặc. Trong đó việc phân bố chất bẩn giữa chất hấp phụ và nước theo qui luật phân bố. Nồng độ cân bằng C_{ch} sẽ rất nhỏ so với nồng độ ban đầu của chất bẩn trong nước C_0 .

Nếu sau khi đạt được trạng thái cân bằng trong nước, người ta lại tăng nồng độ chất bẩn tới giá trị C cao hơn C_{ch} , thì chất hấp phụ lại tiếp tục thu hồi



Hình 7.3. Hấp phụ nhiều bậc và đưa chất hấp phụ vào kiểu ngược dòng

chất bẩn từ trong nước cho tới khi đạt được nồng độ cân bằng mới $C_{cb2} > C_{cb1}$

Nếu lại tăng lần thứ ba nồng độ chất bẩn trong nước $C > C_{cb2}$ thì lại được trạng thái cân bằng mới $C_{cb3} > C_{cb2}$.

Như vậy cứ mỗi lần tăng nồng độ C thì lại có thêm một lượng chất bẩn bị hấp phụ để đạt tới trạng thái cân bằng mới với nồng độ cân bằng mới lớn hơn. Do đó nếu cứ tăng nồng độ chất bẩn trong nước thái C (miễn là $C \leq C_0$) thì sẽ có thời điểm mà chất hấp phụ không thể thu hồi thêm được chất bẩn. Trong trường hợp này nồng độ C_0 là nồng độ cân bằng. Độ bão hòa giới hạn của chất hấp phụ trong điều kiện vừa rồi sẽ là:

$$a_{gh} = K_{hp} C_0. \quad (7.9)$$

Hiện tượng trên sẽ được ứng dụng trong các trạm hấp phụ ngược dòng (h.7.3).

Khi đó chất hấp phụ tinh khiết được cho vào bậc cuối cùng thứ n , còn nước thì từ bậc trước chảy tới với nồng độ chất bẩn nhỏ nhất C_{n-1} .

Chất hấp phụ đã chứa một ít chất bẩn ở bậc cuối sau khi tách khỏi nước lại đưa về bậc trước, ở đó nước vào với nồng độ $C_{n-2} > C_{n-1}$.

Quá trình được lập lại cho tới bậc một, ở đó nước vào với nồng độ ban đầu C_0 .

Trạm hấp phụ kiểu ngược dòng có phức tạp về quản lý, song nó cho phép sử dụng dung tích tối đa của chất hấp phụ. Do đó giảm được lượng chất hấp phụ tiêu thụ. Điều này có ý nghĩa kinh tế đối với các chất hấp phụ hiếm và đắt hoặc không hoàn nguyên được.

Nồng độ chất bẩn còn lại trong nước sau khi ra khỏi bậc n với sơ đồ ngược dòng sẽ là:

$$C_n = \frac{K_{hp} \cdot \frac{m}{Q} - 1}{(K_{hp} \cdot \frac{m}{Q})^{n+1} - 1} \cdot C_0. \quad (7.10)$$

Nhiều khi phải xác định số bậc hấp phụ hoặc lượng chất hấp phụ nếu biết các thông số khác:

- Khi nối tiếp xuôi dòng:

$$n = \frac{\lg C_0 - \lg C_n}{\lg(Q + K_{hp} \cdot m) - \lg Q}, \quad (7.11)$$

$$m = \frac{Q}{K_{hp}} \left(\sqrt[n]{\frac{C_0}{C_n}} - 1 \right). \quad (7.12)$$

- Khi ngược dòng:

$$n = \frac{\lg[C_0(K_{hp} \frac{m}{Q} - 1) + C_n] - \lg C_n}{\lg K_{hp} \frac{m}{Q}} - 1, \quad (7.13)$$

m xác định từ phương trình:

$$\left(\frac{K_{hp}}{Q}\right)^{n+1} \cdot m^{n+1} - \frac{K_{hp} C_0}{Q \cdot C_n} \cdot m - \left(\frac{C_0}{C_n} - 1\right) = 0, \quad (7.14)$$

$$\text{hay} \quad \alpha \cdot m^{n+1} - \beta \cdot m - \gamma = 0 \quad (7.15)$$

$$\alpha = \left(\frac{K_{hp}}{Q}\right)^{n+1} \quad (7.15a)$$

$$\beta = \frac{K_{hp} C_0}{Q C_n} \quad (7.15b)$$

$$\gamma = \frac{C_0}{C_n} - 1. \quad (7.15c)$$

Tốt nhất nên xác định m theo phương pháp đồ thị:

$$\text{Sau khi dựng:} \quad y = \alpha m^{n+1} - \beta m - \gamma. \quad (7.16)$$

Giá trị m sẽ xác định được khi $y = 0$.

Ví dụ 1. Cho Q, m, K_{hp}, C_0 như trên. Xác định C_2 và C_4 khi hấp phụ ngược dòng.

Giải.1) Khi hai bậc hấp phụ:

$$C_2 = \frac{10.000 \cdot \frac{5}{5000} - 1}{\left(10.000 \cdot \frac{5}{5000}\right)^{2+1} - 1} \cdot 0,1 = 0,0009g/l = 0,9 \text{ mg/l}.$$

2) Khi bốn bậc hấp phụ:

$$C_4 = \frac{10.000 \cdot \frac{5}{5000} - 1}{\left(10.000 \cdot \frac{5}{5000}\right)^{4+1} - 1} \cdot 0,1 = 0,000009g/l = 0,009mg/l.$$

Ví dụ 2. Q, C_0, K_{hp} như trên, $C_n = 1mg/l$. Xác định n khi $m = 2kg/h$ ở mỗi bậc (sơ đồ nối tiếp xuôi dòng như hình 7.2). Xác định n khi $m = 2kg/h$ chỉ cho chất hấp phụ vào bậc cuối (sơ đồ ngược dòng như hình 7.3).

Giải

$$n = \frac{\lg 0,1 - \lg 0,001}{\lg(5000 - 10.000 \cdot 2) - \lg 5000} = 2,9 \text{ (sơ đồ nối tiếp xuôi dòng)}$$

$$n = \frac{\lg[0,1(10\,000 \cdot \frac{5}{5000} - 1) + 0,001] \lg 0,001}{\lg 10.000 \frac{2}{5000}} - 1 = 3,1$$

Chọn $n = 3$ ở sơ đồ ngược dòng.

Ví dụ 3. Cho Q , C_w , C_n , K_{hp} như ví dụ 2, $n = 4$. Xác định m ở sơ đồ nối tiếp xuôi dòng và ngược dòng.

Giải.

- Ở sơ đồ nối tiếp xuôi dòng (h.7.2)

$$m = \frac{5000}{10.000} \left(\sqrt[4]{\frac{0,1}{0,001}} - 1 \right) = 1,08 \text{ kg/h;}$$

- Ở sơ đồ ngược dòng (h.7.3):

$$\alpha = \left(\frac{10.000}{5000} \right)^{4+1} = 32; \quad \beta = \frac{10.000 \cdot 0,1}{5000 \cdot 0,001} = 200;$$

$$\gamma = \frac{0,1}{0,001} - 1 = 99; \quad y = \alpha m^{n+1} - \beta m - \gamma = 32m^5 - 200m - 99.$$

Theo đồ thị trong hình 7.4 khi $y = 0$

$\rightarrow m = 1,69 \text{ kg/h.}$

Hình 7.4 là đồ thị xác định chất hấp phụ theo sơ đồ ngược dòng.

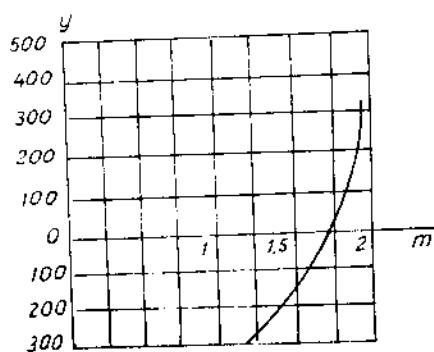
7.3.2. Hấp phụ trong điều kiện động

7.3.2.1. Lọc qua lớp vật liệu cố định

Hấp phụ trong điều kiện động là một quá trình diễn ra khi cho nước thải lọc qua lớp vật liệu lọc hấp phụ. Thiết bị để thực hiện quá trình đó gọi là thùng lọc hấp phụ hay còn gọi là tháp hấp phụ.

Cơ chế hấp phụ trong điều kiện động cũng như trong điều kiện tĩnh, song hấp phụ động có nhiều ưu điểm hơn về công nghệ và quản lý như:

- Cho hiệu suất xử lý tin cậy và ổn định;
- Khi hoàn nguyên không phải đưa vật liệu hấp phụ khỏi bể lọc do đó cho phép dễ dàng tự động hóa và điều khiển từ xa;
- Cho phép sử dụng tối đa dung tích vật liệu hấp phụ khi cho nước chảy qua. Nồng độ chất bẩn giảm dần từ C_0 ở tiết diện vào tới $C = C_{\min} \approx 0$ ở tiết diện ra.

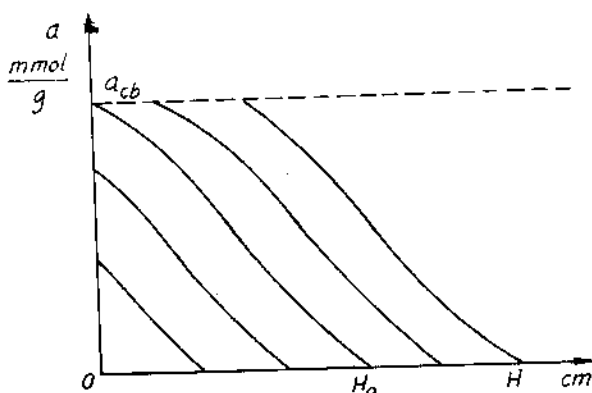


Hình 7.4. Đồ thị xác định lượng chất hấp phụ theo sơ đồ ngược dòng

Động lực học của quá trình hấp phụ khí lọc nước qua lớp vật liệu hấp phụ như sau.

Nếu cho nước thải (chứa các chất bẩn dễ bị hấp phụ nghĩa là đường cong hấp phụ đẳng nhiệt của nó có điểm uốn) lọc qua lớp than hoạt tính (ký hiệu là H_0 , chẳng hạn), tất cả các chất bẩn trong nước sẽ bị hấp phụ vào lớp vật liệu H_0 này; qua phần còn lại của lớp vật liệu sẽ là nước sạch. Nước sạch này sẽ làm đầy dung tích các lỗ của các hạt vật liệu sạch và cả khe hở giữa chúng. Khi đợt nước tiếp theo chảy qua H_0 (H_0 đã hấp phụ một lượng nhỏ chất bẩn nào đó) thì tốc độ hấp phụ bổ sung sẽ nhỏ hơn tốc độ hấp phụ ở chính lớp vật liệu đó lúc ban đầu còn sạch, sự hấp phụ triệt để và hoàn toàn chất bẩn hòa tan trong đợt nước này sẽ kết thúc thêm một khoảng dài hơn kể từ lớp vật liệu lúc đầu. Qua một thời gian nào đó lớp vật liệu ban đầu sẽ bão hòa tới trạng thái cân bằng với nồng độ C_0 của nước vào và tất nhiên lớp đó sẽ không tham gia vào quá trình hấp phụ nữa. Khi qua lớp vật liệu ban đầu nước thải không thay đổi về nồng độ. Ở đây kết thúc giai đoạn đầu quá trình hấp phụ chất bẩn trong nước.

Khi cho nước qua, hấp phụ đơn vị của vật liệu hấp phụ (còn gọi là độ bão hòa) dọc theo lớp vật liệu sẽ giảm dần và được biểu thị bằng các đường cong dốc xuống có dạng giống nhau vì điều kiện hấp phụ chất bẩn trong lớp đó không thay đổi (h.7.5).



Hình 7.5. Sự phụ thuộc giữa mức độ bão hòa và chiều cao H của lớp vật liệu khi lọc (nước qua với nồng độ không đổi C_0)

Như vậy H_0 là chiều cao lớp vật liệu hấp phụ ứng với thời điểm đạt tới trạng thái hoàn toàn cân bằng (với nồng độ cân bằng là nồng độ C_0 của nước vào). Thời gian lọc nước (với nồng độ C_0) cần để bão hòa khoảng chiều cao đó là τ_0 .

Ở giai đoạn hai khi thời gian tiếp xúc của dung dịch với lớp vật liệu hấp phụ là $\tau > \tau_0$. Điều kiện hấp phụ chất bẩn vẫn không thay đổi ở mỗi thời điểm lọc. Do vậy khoảng chiều cao H_0 dần dần chuyển tới cuối lớp lọc ($H_0 \rightarrow H$), phần chiều cao lớp vật liệu lọc còn lại là $(H - H_0)$, gọi là lớp công tác.

Khoảng đã bão hòa chất bẩn H_0 đó gọi là lớp chết không công tác. Chiều cao lớp vật liệu càng nhỏ thì chất bẩn sẽ xuất hiện ở nước lọc càng sớm. Ở giai đoạn đầu của quá trình (khi thời gian chưa đủ để đạt tới trạng thái bão hòa cân bằng), sự phụ thuộc giữa thời gian công tác của lớp lọc (thời gian từ đầu tới lúc xuất hiện chất bẩn ở nước lọc là thời gian tác dụng bảo vệ) với chiều cao lớp lọc sẽ là một đường cong lõm trên đồ thị.

Ở giai đoạn hai của quá trình hấp phụ động, khi những đường cong phân bố chất bẩn lặp lại giống nhau do điều kiện bão hòa tương tự nhau cho nên sự phụ thuộc giữa thời gian tác dụng bảo vệ và chiều cao lớp vật liệu lọc là một đường thẳng tức là theo tỷ lệ thuận (h.7.6.)

Trên hình 7.6, đường cong OC biểu thị sự phụ thuộc giữa thời gian τ và H . OE ứng với giai đoạn một của quá trình. Tang của góc nghiêng giữa đoạn thẳng EC với trục H là hệ số tỷ lệ gọi là hệ số tác dụng bảo vệ K . OH_0 là khoảng chiều cao của lớp vật liệu lọc ứng với giai đoạn một. Nếu quá trình hấp phụ đạt tới trạng thái cân bằng với tốc độ lớn vô hạn thì khoảng chiều cao H_0 (trên đó thực hiện giai đoạn một) sẽ vô cùng nhỏ. Đường thẳng biểu diễn $\tau = f(H)$ sẽ đi qua gốc tọa độ (đường OA). Tổn thất thời gian tác dụng bảo vệ hay tổn thất thời gian công tác của lớp vật liệu cho tới khi xuất hiện chất bẩn ở nước lọc là τ_0 . Đó là giao điểm giữa đoạn EC với trục τ khi $H = 0$.

$$\text{Do đó } \tau = K.H - \tau_0 \text{ (nếu } H > H_0\text{).} \quad (7.17)$$

τ tỷ lệ với đoạn $H - H_{\min}$.

Khi $\tau = 0$ thì $H = H_{\min}$. Khi đó sự phụ thuộc giữa τ và H theo đoạn EC sẽ là:

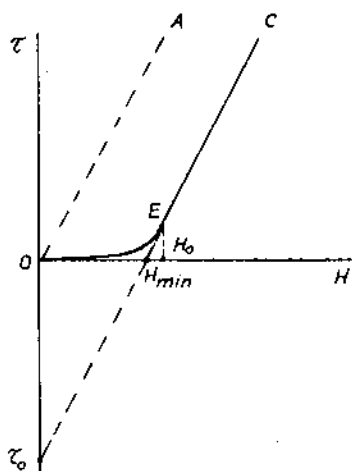
$$\tau = K(H - H_{\min}). \quad (7.18)$$

Như vậy nếu tốc độ hấp phụ lớn vô hạn $\tau = K.H$ thì lượng nước thải V_{gl} với nồng độ C_0 đi qua lớp vật liệu với chiều cao H (từ đầu đến khi xuất hiện chất bẩn ở nước lọc là:

$$V_{gl} = W.K.H, \quad (7.19)$$

trong đó W - tốc độ lọc, $m^3/m^2.h$.

Lượng chất đã bị hấp phụ với tốc độ lớn vô hạn sẽ là:



Hình 7.6. Sự phụ thuộc thời gian tác dụng bảo vệ và chiều cao lớp vật liệu

$$M = a_0 \cdot S \cdot H, \quad (7.20)$$

trong đó a_0 - hấp phụ đơn vị tĩnh; S - diện tích tiết diện của lớp vật liệu lọc.

Trong khi đó ta có thể viết:

$$M = W \cdot S \cdot C_0 \cdot \tau, \quad (7.21)$$

trong đó $W \cdot S \cdot \tau$ - dung tích nước lọc sau thời gian τ .

Từ (7.20) và (7.21) ta có:

$$a_0 \cdot S \cdot H = W \cdot S \cdot C_0 \cdot \tau \quad \text{hay} \quad \tau = \frac{a_0 \cdot H}{W \cdot C_0} \quad (7.22)$$

Cùng với điều kiện tốc độ hấp phụ lớn vô hạn ta lại có: $\tau = K \cdot H$. Do vậy:

$$\tau = \frac{a_0}{W \cdot C_0} \cdot H = K \cdot H \quad \text{hay} \quad K = \frac{a_0}{W \cdot C_0} \quad (7.23)$$

Thay giá trị của hệ số tác dụng bảo vệ K ở (7.23) vào (7.17) để xác định thời gian làm việc của lớp lọc trong điều kiện thực tế, tức là với tốc độ hấp phụ hữu hạn:

$$\tau = K \cdot H - \tau_0 = \frac{a_0}{W \cdot C_0} \cdot H - \tau_0 \quad (7.24)$$

Trong xử lý nước thải công nghiệp nhiều khi còn phải xác định lượng nước thải lọc qua từ đầu tới khi xuất hiện chất bẩn V_{gh} :

$$V_{gh} = W \cdot S \cdot \tau = \left(\frac{a_0}{W \cdot C_0} H - \tau_0 \right) W \cdot S \quad (7.25)$$

$$V_{gh} = \frac{a_0 S H}{C_0} - W \cdot S \cdot \tau_0 \quad (7.26)$$

Tích số $K \cdot W = \frac{a_0}{C_0} = B_1$ được gọi là đặc tính động lực học bậc nhất của quá trình.

Đó là một hằng số khi nước vào có nhiệt độ không đổi và nồng độ chất bẩn không đổi.

Khi nghiên cứu về khử khí người ta đưa ra công thức xác định $H_{o(2)}$ của tháp hấp phụ nếu đối với trạm thí nghiệm tiêu chuẩn đã xác định được $H_{o(1)}$

$$H_{o(2)} = H_{o(1)} \cdot \frac{d_2 \sqrt{W_2}}{d_1 \sqrt{W_1}} \quad (7.27)$$

$$\frac{\tau_{o(1)} \sqrt{W_1}}{d_1} = \frac{\tau_{o(2)} \sqrt{W_2}}{d_2} = \text{const} = B_2 \quad (7.28)$$

B_2 gọi là đặc tính động lực học bậc hai của quá trình.

d_1, d_2 tương ứng là đường kính hạt vật liệu hấp phụ của trạm thí nghiệm tiêu chuẩn và của trạm hấp phụ thực tế. Tốc độ lọc tùy thuộc nồng độ chất bẩn hoà tan trong nước thải và thường dao động trong khoảng từ 2-3 đến 5-6 m³/m²h. Hợp lý nhất là cho nước lọc từ dưới lên trên tháp, vì như vậy nước sẽ làm đầy một cách đều hòa toàn bộ tiết diện ngang của tháp và để đẩy các bọt không khí hoặc khí khác lẫn trong lớp vật liệu lọc. Nếu từ nước thải tách ra một lượng khí khá lớn thì trước khi dẫn vào tháp hấp phụ phải cho qua các thiết bị khử khí.

Vật liệu hấp phụ thường có dạng hình cầu hoặc nhiều dạng khác với kích thước từ 1,5 - 2mm đến 4-5 mm. Nếu kích thước nhỏ hơn thì tổn thất áp lực khi lọc lại tăng lên.

Trong tháp, lớp vật liệu hấp phụ được đặt trên một tấm lưới có lỗ. Thường đường kính các lỗ là 5-10 mm và cách nhau 10-20mm. Trên tấm lưới là một lớp đỡ bằng đá dăm hoặc sỏi với chiều cao khoảng 400-500mm để giữ cho vật liệu hấp phụ khỏi lọt qua lưới và tạo cho dòng nước phân phối đều theo toàn bộ tiết diện ngang của lớp vật liệu. Lớp vật liệu trên cùng cũng phải được phủ bằng một lớp đá dăm hoặc sỏi theo thứ tự kích thước ngược lại với lớp đá dưới cùng và cũng được ép dưới một lưới để ngăn ngừa không cho hạt vật liệu hấp phụ trôi khỏi tháp theo nước khi tốc độ lọc tăng lên hoặc do các bọt khí tách ra từ nước nổi lên (bọt không khí hoặc khí CO₂).

Điều kiện để sử dụng tháp hấp phụ với lớp vật liệu lọc cố định là trong nước thải hoàn toàn không có tạp chất lơ lửng (đặc biệt là tạp chất khoáng), vì nếu có các chất đó sẽ hình thành một lớp bùn mỏng làm tăng tổn thất áp lực khi lọc và phải một thời gian lâu mới sử dụng được khả năng hấp phụ của vật liệu. Nếu rửa lớp bùn đó sẽ làm nước thải rất bẩn và phải dẫn nước đó đi xử lý lại. Nếu trong nước thải hàm lượng các chất lơ lửng vô cơ là 10-15 mg/l thì sẽ ảnh hưởng rõ rệt tới sự làm việc của tháp hấp phụ. Vì vậy nếu trong nước thải hàm lượng chất lơ lửng nằm trong giới hạn cho phép sử dụng lọc cơ học trước (lọc cát áp lực, lọc tiếp xúc) thì sẽ tăng hiệu quả tháp hấp phụ sau đó rất nhiều.

Tháp lọc với lớp than hoạt tính bất động thường được sử dụng khi xử lý phục hồi nước thải các phân xưởng với mục đích thu hồi các sản phẩm quý tinh khiết. Sau khi lớp vật liệu hấp phụ bão hòa tức là xuất hiện chất bẩn trong nước lọc thì không cho nước chảy vào nữa, tiếp tục xả hết nước khỏi tháp và tiến hành hoàn nguyên vật liệu hấp phụ.

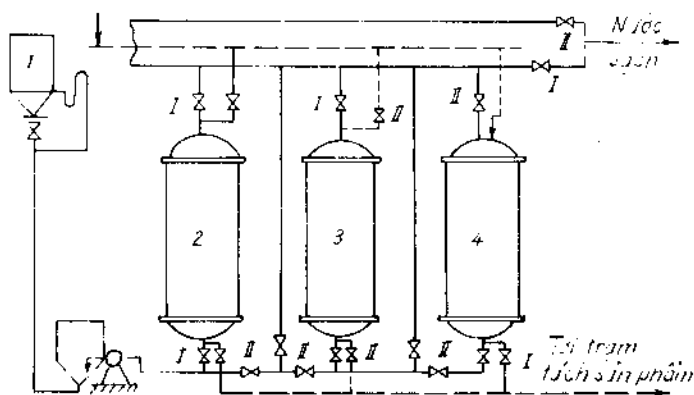
Để đạt nồng độ các chất (được thu hồi) tới giá trị cao nhất khi hoàn nguyên thì trước đó toàn bộ lớp vật liệu hấp phụ phải bão hòa các chất quý tức là phải tới trạng thái cân bằng với nồng độ bằng nồng độ C_0 trong nước vào.

Ở thời điểm xuất hiện chất bẩn trong nước lọc ra khỏi tháp thì không phải toàn bộ chiều cao H lớp vật liệu hấp phụ mà chỉ một khoảng chiều cao H_0 (chiều cao chết) thỏa mãn được yếu tố trên. Vì vậy phải thiết kế sao cho $H \gg H - H_0$, hoặc thiết kế tháp hấp phụ, trong đó chiều cao lớp vật liệu ở mỗi tháp $\frac{H}{2} \geq H - H_0$.

Dùng một khối gồm nhiều tháp hấp phụ sẽ hợp lý hơn dùng một tháp có chiều cao lớn. Đặc biệt nếu nồng độ chất bẩn trong nước rất cao và lớp công tác có chiều cao đáng kể.

Ngoài ra cũng tiết kiệm được lượng phen tiêu hao cho hoàn nguyên và tổn thất áp lực khi hoàn nguyên cũng nhỏ hơn. Kết quả tiết kiệm được chi phí cho sửa chữa hàng năm cũng như đại tu các tháp hấp phụ.

Thông thường người ta dùng khối với ba tháp hấp phụ. Chúng được lắp với nhau để sao cho hai tháp bất kỳ trong đó làm việc nối tiếp được với nhau, tháp thứ ba ngắt ra; để hoàn nguyên (h.7.7).



Hình 7.7. Sơ đồ các tháp lọc hấp phụ

- 1- thùng phen để điều chỉnh pH của nước thải trước khi dẫn vào tháp;
2, 3, 4 - tháp chứa than hoạt tính; I- van mở; II- van đóng

7.3.2.2. Lọc qua lớp vật liệu lơ lửng

Ở nhiều nước, người ta còn dùng loại tháp hấp phụ với lớp vật liệu hấp phụ lơ lửng (chuyển động), loại này hấp phụ chất bẩn được triệt để hơn.

Đó là một tháp có đáy hình nón với một góc $30-45^\circ$ để vật liệu hấp phụ trượt tự do (h.7.10a). Nước dẫn vào từ dưới lên qua thiết bị phân phối đặt cao hơn đáy nón (trên thân hình trụ) một chút, khoảng $0,5-1\text{m}$. Nước sạch sẽ dẫn qua máng vòng (phần trên tháp trụ), hoặc qua hệ thống rút nước vòng - gọi là

túi và được bảo vệ trong một lưới. Lưới có tác dụng không cho hạt vật liệu lọt qua lần vào nước sạch.

Tốc độ của nước thải nhỏ hơn tốc độ lắng xuống của lớp lơ lửng. Kích thước hạt vật liệu chọn trong khoảng 2-4mm. Sau một thời gian hoạt động sẽ hình thành những lớp đặc trưng của quá trình hấp phụ động: lớp vật liệu đã bão hòa chất bẩn (gọi là lớp chết), lớp công tác và lớp dự trữ. Để cố định lớp công tác theo chiều cao tháp lọc, người ta cho than hoạt tính liên tục vào phía trên đồng thời (qua những thời gian ngắn) vật liệu bão hòa sẽ được xả ra ở đáy với một lượng theo tỷ lệ với lượng cho vào trong khoảng thời gian đó.

Nhờ việc xả lớp bão hòa ra và dẫn lớp mới vào một cách điều hòa cho nên tốc độ di chuyển của lớp công tác không đổi và sự phân bố các lớp vật liệu đặc trưng theo chiều cao tháp cũng ổn định. Như vậy trạm làm việc liên tục, không phải dừng để hoàn nguyên.

Tốc độ di chuyển của lớp công tác có thể xác định theo công thức (nếu lớp vật liệu hấp phụ trong tháp không đổi):

$$U = \frac{1}{K} = \frac{C_0 W}{a_0} \quad (7.29)$$

trong đó C_0 - nồng độ ban đầu của chất bẩn trong nước, g/m^3 ; W - tốc độ lọc trung bình của nước, m^3/m^2h ; a_0 - hấp phụ đơn vị động của vật liệu lọc, g/m^3 .

Với tốc độ này người ta phải định liều lượng vật liệu cho vào và xả vật liệu đã bão hòa chất bẩn khỏi tháp. Hình 7.8 là cấu tạo thiết bị xả vật liệu bão hòa chất bẩn. Đó là thiết bị định lượng kiểu dung tích có hai van (h7.8a). Khi van trên mở thì van dưới đóng và ngược lại. Ngoài ra người ta còn dùng kiểu van nút xoay (h7.8b).

Chiều cao của lớp vật liệu di động từ cửa nước vào tới biên giới phía trên của nó phải nhỏ hơn chiều cao lớp công tác H_{cl} để bảo đảm luôn có lớp dự trữ.

Nếu tháp lọc hấp phụ có cấu tạo tốt bảo đảm dung trọng các hạt công tác được điều hòa khi xả vật liệu bão hòa, thì chiều cao công tác ở những khoảng bất động và di động thực tế sẽ bằng nhau và xác định theo công thức (gần đúng):

$$H_{cl} = \frac{g}{S\beta \Delta C_{tb}} \quad (7.30)$$

trong đó g - lượng chất bẩn bị hấp phụ trong một đơn vị thời gian; S - diện tích tiết diện ngang của lớp vật liệu; β - hệ số truyền vật chất; ΔC_{tb} - động lực hấp phụ trung bình.

Động lực hấp phụ trung bình là hiệu giữa nồng độ dung dịch ở thời điểm đầu với nồng độ ở thời điểm đạt trạng thái hấp phụ cân bằng.

$$\Delta C_{lb} = C_o - C_{cb} \quad (7.31)$$

ΔC_{lb} sẽ khác nhau tại các lớp. Tốc độ hấp phụ tùy thuộc vào đại lượng này. Khi nồng độ chất bẩn trong nước không cao (trên đoạn thẳng của đường cong hấp phụ đẳng nhiệt), thì có thể xác định gần đúng theo công thức:

$$\Delta C_{lb} = \frac{\Delta C_1 + \Delta C_2}{2} \quad (7.32)$$

Khí hàm lượng các tạp chất đa phân tán (dễ gây tắc) khá cao, vật liệu hấp phụ được dùng với hạt nhỏ (0,5 - 1mm) (với hạt lớn rất lâu mới đạt trạng thái cân bằng), thì hợp lý nhất là thực hiện hấp phụ với lớp giả lỏng (lớp lơ lửng). Lớp giả lỏng được hình thành khi tăng tốc độ dòng nước hoặc khí theo hướng từ dưới lên tới giá trị làm cho các hạt vật liệu chuyển động hỗn loạn và mạnh trong một phạm vi dung tích tính toán của lớp vật liệu đó. Đồng thời vẫn giữ chiều cao của lớp không đổi với tốc độ trên. Tỷ số dung tích lỗ hổng giữa các hạt trong lớp giả lỏng (lơ lửng) và tổng dung tích của vật liệu hạt gọi là độ rỗng tương đối ϵ và là yếu tố quan trọng nhất đối với hiệu suất công tác của lớp hấp phụ giả lỏng:

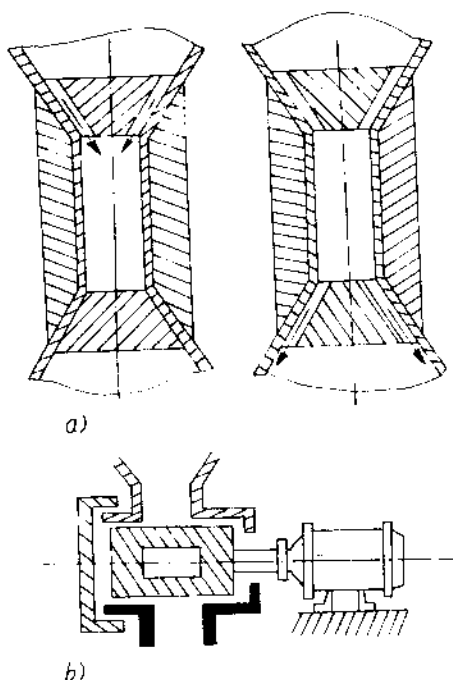
$$\epsilon = \frac{V_{gl} - V_h}{V_{gl}} = 1 - \frac{V_h}{V_{gl}}, \quad (7.33)$$

trong đó V_{gl} - dung tích lớp giả lỏng; V_h - dung tích của các hạt vật liệu đó.

Khí lớp vật liệu cố định (các hạt dạng hình cầu hoặc dạng khác) thì $\epsilon = 0,4$, không phụ thuộc vào đường kính hạt. Nếu lớp giả lỏng nở ra lớn vô cùng đến nỗi các hạt bị trôi theo dòng nước khỏi tháp lọc thì $\epsilon = 1$.

Giữa hai giá trị này của ϵ là trạng thái giả lỏng hay lơ lửng.

Trong tháp hình trụ độ rỗng tương đối ϵ có thể thay bằng độ nở tương đối của lớp H_1/H , trong đó H_1 là chiều cao lớp giả lỏng; H là chiều cao ban đầu lớp cố định.



Hình 7.8. Cấu tạo van xả than khỏi tháp hấp phụ với lớp lơ lửng

Khi công tác có tốc độ tới hạn nhất định của dòng chảy W_{th} (h.7.9), với giá trị W_{th} thì lớp vật liệu cố định với kích thước và độ rỗng cho trước chuyển thành lớp giả lỏng.

Nếu tăng tốc độ tiếp theo thì H_l/H cũng tăng lên và khi $H_l/H \rightarrow \infty$ thì hạt bị dòng nước kéo đi. Giá trị tốc độ này gọi là tốc độ lôi đi (W_l) và là biên giới thứ hai của tốc độ dòng chảy đối với trạng thái giả lỏng.

H_l/H càng tăng thì lượng chất bẩn dịch chuyển theo chiều dọc của lớp càng nhiều, tức là không tiếp xúc trực tiếp được với hạt vật liệu hấp phụ. Nói cách khác làm tăng ảnh hưởng của hiện tượng khuếch tán dọc của chất bẩn hòa tan trong lớp vật liệu. Do đó để đảm bảo hấp phụ có hiệu quả cao, chiều cao của lớp giả lỏng cần phải lớn hơn chiều cao của lớp ở trạng thái cố định ban đầu H song không được lớn hơn nhiều quá.

Từ đó ta thấy những điều kiện tối ưu của quá trình hấp phụ chất bẩn hòa tan của lớp giả lỏng là:

- Tỷ lệ H_l/H nhỏ nhất giữ cho lớp ở trạng thái giả lỏng để tạp chất không tan (đa phân tán) đi qua lớp cùng với nước mà không tích lại ở đó;
- Các hạt vật liệu hấp phụ càng đa phân tán và không đồng nhất thì càng tốt để tốc độ lọc của nước qua lớp giả lỏng không nhỏ quá;
- Chiều cao lớp giả lỏng phải đủ để bù đắp hiện tượng khuếch tán dọc của chất bẩn hòa tan theo dòng nước.

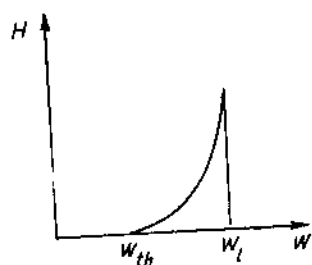
Thực tế qui định: độ nở ít nhất là $H_l/H = 1,5$; kích thước tối ưu của hạt than hoạt tính trong khoảng $0,25 - 0,75$ hoặc $0,25 - 1$ mm. Với tốc độ lọc của nước $7-10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Hạt nhỏ nữa sẽ bị trôi theo nước dù tốc độ của nước có nhỏ đi nữa, công suất trạm sẽ nhỏ và không kinh tế.

Nếu hạt to thì tốc độ tạo lớp giả lỏng phải lớn, ví dụ, hạt than $KAD_1 - 3\text{mm}$ với $H_l/H = 1,5$; $W_{th} = 35 - 40 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Do thời gian lưu lại trong lớp không lâu nên không kịp hấp phụ hết chất bẩn hay còn gọi là không kịp đạt trạng thái cân bằng động (chiều cao lớp công tác H_{ct} khi đó lớn rất nhiều).

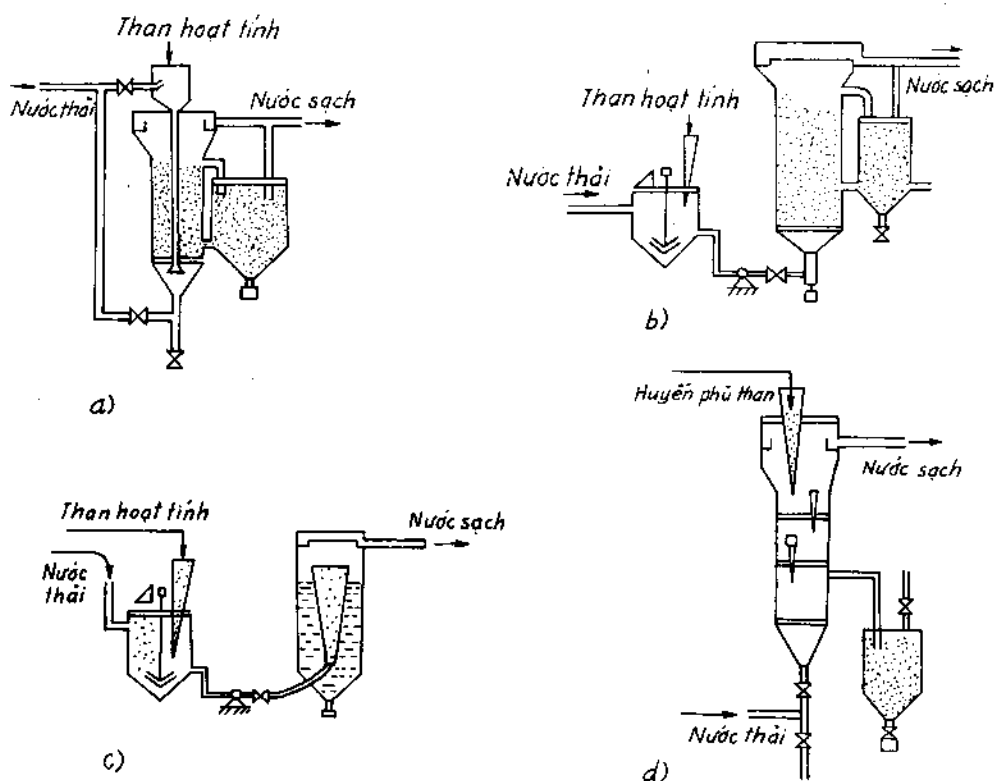
Hiện nay để xử lý nước thải bằng than hoạt tính với lớp giả lỏng, người ta dùng bốn loại tháp hấp phụ (h.7.10). Trong số đó chỉ có tháp trụ một tầng là được ứng dụng trong điều kiện sản xuất, còn loại tháp nón, tháp lăng trụ và



Hình 7.9. Sự phụ thuộc giữa độ nở của lớp giả lỏng H_l/H và tốc độ W của dòng chảy

tháp trụ nhiều tầng thì mới chỉ được sử dụng ở các trạm thí nghiệm.

Loại tháp trụ một tầng (h.7.10a) cao chừng 4m, phần trên của tháp bè rộng ra và có đường kính bằng 1,5 - 2 lần đường kính phần chính. Cũng ở phần trên này người ta hàn một máng vòng xung quanh để thu và dẫn nước sạch ra khỏi tháp. Phần dưới của tháp là đáy hình nón được nối với phần chính bằng mặt bích. Đáy hình nón có góc trung tâm $30-60^\circ$ tùy thuộc đường kính của tháp. Trên đáy hình nón người ta đặt một tấm lưới phân phối có lỗ đường kính 5-10mm, các lỗ cách nhau 10mm. Trên lưới phân phối người ta đổ than hoạt tính cỡ 0,15 - 1mm, trong đó phần lớn là cỡ 0,5 - 0,75mm, chiều cao lớp than $H = 2,5 - 2,7\text{m}$. Nước thải được dẫn vào phía dưới qua thùng lọc với đáy hình nón. Tốc độ nước vào phải đảm bảo sao cho $H_1/H = 1,5 - 1,6$.



Hình 7.10. Các tháp hấp phụ với lớp than hoạt tính lơ lửng để xử lý nước thải:
a- loại tháp trụ một tầng; b- loại một tầng có buồng trộn;
c- loại tháp nón một tầng; d- loại ba tầng với ống tràn

Nhờ thiết bị định lượng khô tự động, từ thùng chứa, than được dẫn vào phần mở rộng phía trên qua phễu định lượng. Mép trên của phễu cao hơn mép

máng vòng thu nước khoảng 150-200mm.

Đường kính phễu tại mặt thoáng của nước D_p phải lớn hơn lỗ dưới của phễu ít nhất là ba lần. Chiều dài của phễu 0,5 - 1m. Năng suất của phễu phải tính sao cho có thể tải được 5-6kg/h qua 1cm² tiết diện dưới của phễu.

Với phương pháp định lượng trên, các hạt than phải dễ thấm ướt và không được nổi lên mặt nước trong phễu. Than hoạt tính antraxit đáp ứng được yêu cầu này. Với các loại than khác có thể định lượng dưới dạng huyền phù sau khi đã thấm ướt để đẩy không khí đi. Để dẫn huyền phù người ta phải dùng những bơm đặc biệt.

Vật liệu mới liên tục được dẫn vào, tức là chiều cao H_1 luôn luôn tăng lên, trong khi đó phải đảm bảo H_1/H cố định với tốc độ dòng nước đã cho. Vì vậy người ta phải xả than thừa (đã hấp phụ chất bẩn) một cách liên tục thường xuyên khỏi tháp nhờ một ống hàn vào thân tháp ngang mức với lớp giả lỏng. Than thừa này được đưa vào một dung tích đặc biệt gọi là bình nén than có đáy hình nón.

Trong bình đó than sẽ lắng xuống đáy và định kỳ hoặc liên tục xả đi (để hoàn nguyên) ở đáy, dưới áp lực thủy tĩnh của cột nước trong tháp hấp phụ. Than xả đi hoàn nguyên có dạng huyền phù đặc sệt. Những cục than lớn hoặc những loại vật liệu khác lẫn vào sẽ tích lại ở đáy tháp ở khoảng không dưới tấm lưới đỡ và định kỳ cũng được xả đi nhờ khóa ở đáy tháp.

Để quá trình trao đổi chất của than được điều hòa hơn, ở khoảng giữa tháp tức là 0,5 H_1 người ta hàn thêm ống tràn để xả những hạt vật liệu cỡ lớn nặng của lớp giả lỏng sang thùng nén theo chu kỳ.

Trên ống tràn này cũng phải có khóa để điều chỉnh khi xả và đóng mở nếu cần thiết.

Phương án hai của tháp trụ được sử dụng trong điều kiện sản xuất (h.7.10b), khác phương án trên là than được định lượng từ thùng chứa vào buồng trộn. Buồng trộn được trang bị máy trộn chân vịt với truyền động 40-60 vg/ph để ngăn ngừa không cho than lắng xuống. Nước cũng được dẫn vào buồng trộn. Thời gian khuấy trộn nước với than không quá 10ph. Từ đó huyền phù than - nước được bơm sang tháp trụ qua tê lọc nối với đáy nón của tháp. Tất cả phần còn lại như phương án trên.

Hình 7.10c là tháp hấp phụ bằng than với lớp giả lỏng có dạng phễu lọc tiết diện vuông. Láng trụ ngoài cao hơn mép phễu bên trong 1,5m. Hỗn hợp nước than được bơm từ buồng trộn sang phễu lọc. Diện tích tiết diện phễu từ dưới lên tăng dần cho nên tốc độ dòng hướng lên giảm dần và tạo ra lớp giả lỏng rõ rệt.

Vì tốc độ ở tiết diện lắng trụ bên ngoài thấp hơn tốc độ tới hạn nên than thừa của lớp giả lỏng sẽ lắng xuống không gian giữa tường phễu lọc và tường lắng trụ bên ngoài. Không gian này đóng vai trò là buồng nén và than từ đó được xả đi để hoàn nguyên.

Loại tháp hấp phụ ba tầng (h7.10d) cũng giống như tháp một tầng nhưng cao hơn; phần tháp với lớp giả lỏng được chia làm ba tầng bằng tấm lưới (hoặc kiểu chụp lọc). Các tầng được liên hệ với nhau bằng các ống lọc hình nón ngược. Mép phía trên của mỗi ống hình nón nằm ngang mặt thoáng lớp giả lỏng tầng trên. Mép thu hẹp ở dưới đặt chìm ở lớp lỏng tầng dưới và ngang với mức $(0,25H_1)$.

15 - 20% (theo dung tích) huyền phù than sẽ được bơm vào tầng trên cùng. Để tránh ứ tắc do than lắng lại hoặc khi tháp ngừng hoạt động, ống dẫn huyền phù than phải đặt cách xa ống tràn và đầu ống phải thấp hơn mặt thoáng lớp giả lỏng là $(0,3 - 0,5)H_1$. Nước thải được dẫn vào phía dưới tháp. Than dần dần sẽ tích lũy ở mỗi tầng dưới. Phần thừa lại qua ống lọc hình nón chuyển xuống tầng dưới. Ở tầng dưới cùng, than thừa sẽ qua ống tràn chuyển sang buồng nén. Than chuyển dịch được từ tầng nọ sang tầng kia theo ống lọc hình nón là do tốc độ của dòng chảy ở khoảng ống rộng nhỏ hơn 3-4 lần so với ở tiết diện công tác của tháp và nhỏ hơn tốc độ tới hạn của lớp giả lỏng.

Các ống lọc nối giữa các tầng với nhau có thể tính toán như sau:

- Đường kính phần dưới d của ống chọn bằng 5-6 lần đường kính của hạt lớn nhất trong lớp giả lỏng, để tránh hiện tượng khuấy đục tại cửa ra của ống trong tháp hấp phụ;

- Đường kính miệng lọc phần trên được xác định theo công thức:

$$D = d \sqrt{\frac{W_0 + W}{0,4W_{th}}}, \quad (7.34)$$

trong đó W - tốc độ dòng chảy tại tiết diện công tác của tháp hấp phụ; W_0 - tốc độ bổ sung ở ống lọc tạo ra do sức cản ở ống rộng nhỏ hơn sức cản của lớp than ở lưới; W_{th} - tốc độ tới hạn tại lớp giả lỏng.

Thông thường $D \geq 3d$. Số ống tràn lọc cần đặt ở mỗi tấm lưới:

$$n \approx \frac{m}{\gamma SN}, \quad (7.35)$$

trong đó m - lượng vật liệu chuyển qua, kg/h; γ - trọng lượng khô của vật liệu, kg/l; S - diện tích tiết diện dưới của ống tràn, cm^2 ; N - lượng vật liệu tối đa cho phép cho vào mà không làm "sục" lên, l/cm^2 .

7.4. HOÀN NGUYÊN VẬT LIỆU HẤP PHỤ

Phương pháp hấp phụ để xử lý nước thải có thể là phương pháp phục hồi và cũng có thể là phương pháp phân hủy đối với các chất bẩn. Do đó người ta chọn phương pháp hoàn nguyên vật liệu tùy thuộc vào mục tiêu phương pháp xử lý.

7.4.1. Phương pháp phục hồi

Phương pháp này có thể thu hồi các chất bị hấp phụ từ than hoạt tính bằng nhiều cách: trích ly bằng dung môi hữu cơ, thay đổi mức độ phân ly của chất điện ly yếu trong dung dịch cân bằng; chưng bay hơi cho các chất bẩn bay theo hơi nước; cho chất bẩn bay hơi cùng với các dòng khí tro vận chuyển nhiệt.

Nhiều khi phải thực hiện phản ứng hóa học để chuyển hóa các chất bẩn đã bị hấp phụ thành các sản phẩm để sau đó dễ thực hiện khử hấp phụ bằng những biện pháp trên.

Khi chọn dung môi để trích ly các chất bẩn đã bị hấp phụ ở than phải tuân theo những yêu cầu sau:

- Độ hòa tan chất bẩn trong dung môi phải lớn hơn trong nước. Hệ số phân bố của chất này khi trích ly phải sao cho lớn hơn 1.

- Dung môi phải dễ tắm ướt bề mặt của than, có độ nhớt thấp, nhiệt độ sôi thấp, dễ bay hơi cùng với hơi nước để sau đó dễ tách dung môi khỏi chất bẩn và khi tách chất bẩn khỏi lỗ hổng trong than; không yêu cầu quá nhiều nhiệt lượng. Đồng thời dung môi không phải là nhiên liệu dễ cháy hoặc ít ra có nhiệt độ tạo hơi cao. Không tạo hỗn hợp nổ với không khí ở điều kiện khử hấp phụ.

Trong điều kiện sản xuất cũng như nghiên cứu các trạm hấp phụ thí nghiệm về xử lý nước thải công nghiệp, để trích ly chất bẩn đã bị hấp phụ ở than người ta dùng những chất sau: metylclorua ở dạng hơi bão hòa với hỗn hợp ngưng lỏng cloetan, metanol, etanol, axeton, benzen. Nhiều trường hợp những chất trên dễ cháy nên không được phổ biến rộng rãi. Gần đây người ta nghiên cứu sử dụng cloroform, rượu đơn chức, đa chức.

Phương pháp đơn giản nhất để khử hấp phụ là dùng các chất hữu cơ điện ly yếu. Thực chất là chuyển phân tử của chúng thành dạng phân ly. Đối với các kiềm hữu cơ phải đảm bảo $\text{pH} \geq \text{p}K_{\text{H}} - 3$ và với axit hữu cơ $\text{pH} \geq \text{p}K_{\text{H}} + 3$. Những ion của các hợp chất hữu cơ này sẽ chuyển vào dung dịch nằm trong lỗ hổng của than và có thể dùng nước nóng hoặc các dung dịch axit (khí khử hấp phụ kiềm) hoặc kiềm (khí khử hấp phụ axit hoặc phenol) để rửa sạch than.

Đối với những chất không điện ly nhưng dễ bị thủy phân trong môi trường kiềm như cloral, dinitroclobenzen,... (khí đã hấp phụ vào than) nếu đem phun

kiềm vào than thì sẽ tạo phản ứng và sản phẩm sẽ phân ly thành ion (formiat, dinitrophenolat) và có thể dùng nước để rửa sạch than.

Khi cho bay hơi các chất đã bị hấp phụ trong than cùng với hơi thì áp suất toàn phần của hơi vào các lỗ hổng nhỏ của than cũng bị giảm đi. Kết quả việc khử hấp phụ thực tế chỉ diễn ra ở bề mặt ngoài của hạt và do đó hàm lượng chất bẩn tan trong nước ngưng bị giảm nhiều. Từ đó điều kiện tối ưu khi chưng để chất bẩn bay khỏi than phải có áp suất dư 3-6 at.

Lượng hơi toàn phần tiêu hao cho việc hoàn nguyên vật liệu hấp phụ gồm: hơi tiêu hao cho nước còn lại trong các lỗ hổng của than và trong khe hở của hạt (sau khi xả nước khỏi tháp) bay hơi; hơi tiêu hao cho việc đun nóng lớp vật liệu tới nhiệt độ đủ cho các chất bẩn bay hơi khỏi lỗ hổng của than và hơi tiêu hao cho việc vận chuyển hơi của chất bẩn từ tháp lọc sang thiết bị trao đổi nhiệt.

Ở bảng 7.2 là một số số liệu về lượng hơi toàn phần tiêu hao để chưng 1 kg chất bẩn bay hơi khỏi than hoạt tính khi hoàn nguyên sau khi xử lý nước thải công nghiệp.

Bảng 7.2. Lượng hơi tiêu hao khi hoàn nguyên than hoạt tính

Chất bẩn	Nhiệt độ sôi °C	Nhiệt độ hơi °C	Lượng tiêu hao, kg/kg chất bẩn bay ra
Cloroform	61,2	110 - 115	10
1,2 - Dicoetan	83,7	110 - 115	10
Nitrobenzen	210,9	200 - 210	100
Nitroclorobenzen (para)	242,0	200 - 240	40 - 50
(ortho)	245,0		
Triclorophenol		240 - 250	40 - 50
Nitrotoluen (para)	237,7		
(ortho)	222,3	150 - 200	100 - 150

Về phương diện kinh tế khi hoàn nguyên than bằng hơi cần xác định tỷ số giữa giá thành của sản phẩm thu hồi với giá thành hơi tiêu hao.

Về mặt kỹ thuật, cần xác định tỷ số giữa lượng nước thải và lượng nước ngưng tạo thành khi chưng chất bẩn bay khỏi than, nghĩa là mức độ tập trung sản phẩm. Thực tế cho thấy tỷ lệ này không dưới (15 - 20) : 1, tức là dung tích nước ngưng không được quá 4,5 - 5% dung tích nước thải.

Khi hoàn nguyên bằng hơi, việc tăng nhiệt độ của vật liệu và tăng tốc độ bay hơi của phân tử chất bẩn đóng vai trò rất quan trọng.

Dùng khí trơ nóng để khử hấp phụ thực chất là cho các phân tử chất bay hơi và đi theo khí trơ, khí sau khi qua tháp lọc hấp phụ bị lạnh đi, một lượng chất bẩn sẽ bị ngưng ở thiết bị trao đổi nhiệt. Chẳng hạn sau khi xử lý nước thải chứa axit axetic thì người ta hoàn nguyên bằng khí trơ.

Tất cả các phương pháp hoàn nguyên trên đây chỉ dùng khi sản phẩm thu hồi là loại quý có giá trị có thể sử dụng làm nguyên liệu cho sản xuất.

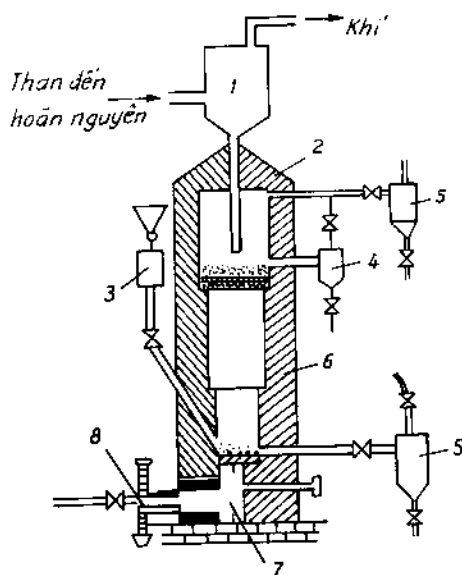
7.4.2. Phương pháp phân hủy

Khi các chất bị hấp phụ không phải là những sản phẩm quý thì người ta không cần thu hồi. Đồng thời với hoàn nguyên than người ta phải khử luôn các chất đó. Vì vậy người ta hoàn nguyên than bằng phương pháp nhiệt: dùng hỗn hợp các khí đốt để đốt than với hơi nước ở nhiệt độ $700 - 800^{\circ}\text{C}$ trong điều kiện thiếu oxy.

Hoàn nguyên bằng phương pháp nhiệt sẽ cho hiệu suất cao khi thực hiện quá trình trong lò với lớp giả lỏng. Thời gian hoàn nguyên bằng nhiệt không quá cao 20 - 30 ph.

Hoàn nguyên than hoạt tính là kết quả thực hiện một loạt quá trình giữa chất đã bị hấp phụ với hơi nước nóng 700°C .

Một phần các hợp chất dễ bay hơi sẽ bị đẩy đi cùng với hơi nước. Nếu ở $600 - 700^{\circ}\text{C}$ chúng chưa bị phân hủy thì cũng bị bay hơi đi cùng với khí thải và sẽ bị tiếp tục phân hủy trong hơi nóng (bị oxy hóa do không khí dư trên chất xúc tác). Một phần các chất bẩn bị đẩy đi sẽ bị oxy hóa bởi hơi nước nóng $700 - 750^{\circ}\text{C}$ (thành CO , CO_2 , NH_3 ,...). Các hợp chất thơm đã bị hấp phụ ở than cùng với các mạch vòng ngưng tụ khí hoàn nguyên bằng nhiệt bị phân hủy và tạo một màng than mỏng ở bề mặt than hoạt tính. Ở 700°C hơi nóng cũng hoạt hóa màng than này và làm bề mặt hạt than có cấu trúc hoạt tính trở lại.



Hình 7.11. Lò để hoạt hóa và hoàn nguyên than trong lớp lỏng:

- 1- phễu nạp than vào ngăn hoàn nguyên; 2- ngăn hoàn nguyên; 3- phễu nạp than vào ngăn hoạt hóa; 4- phễu thu hồi than đã hoàn nguyên; 5- phễu thu hồi than mới đã được hoạt hóa; 6- ngăn hoạt hóa; 7- lò đốt áp lực; 8- ngòi đốt

Trong đa số trường hợp hoàn nguyên than hoạt tính bằng nhiệt được thực hiện chung với trạm hoạt hóa than - nguyên liệu để bù đắp tổn thất than trong quá trình sản xuất (h.7.11).

Trạm hợp nhất này là một lò ba tầng làm việc với lớp giả lỏng. Ba tầng được ngăn cách bằng các tấm lưới. Lò được xây bằng gạch hoặc bê tông chịu lửa.

Tầng dưới cùng là không gian chứa chất đốt, trong tunen chứa ngòi đốt. Sản phẩm khí đốt và hơi nước được trộn lẫn ở tầng dưới cùng này. Nồng độ hơi trong hỗn hợp với khí đốt phải là 50 - 60%.

Ở 1000°C phản ứng hỗn hợp hơi - khí diễn ra và hỗn hợp đi qua lỗ dẫn vào các ngăn hoạt hóa. Người ta sẽ định kỳ đổ than antraxit với độ tro không quá 8 - 9% (cấp phối kích thước hạt từ 0,25 đến 1,5 - 2mm) hoặc than đá nghiền vào tầng hoạt hóa dưới cùng. Tốc độ khí ở tiết diện các tầng khoảng $0,5\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$, vì ở tốc độ đó than mới tồn tại ở lớp giả lỏng, bảo đảm tiếp xúc tốt giữa hạt với hỗn hợp hơi - khí. Công đoạn hoạt hóa than antraxit kéo dài 3 - 4h.

Trong quá trình hoạt hóa khoảng 60% than bị oxy hóa bởi hơi nước thành CO_2 . Nhiệt độ ở lớp hoạt hóa than antraxit phải giữ trong khoảng 850 - 900°C.

Hỗn hợp hơi khí với nhiệt độ 800°C sẽ qua các tấm lỗ bay hơi lên tầng hoàn nguyên trên cùng. Ở đó liên tục hay định kỳ đổ than cần hoàn nguyên vào. Thời gian tiếp xúc đủ để hoàn nguyên 20 - 30ph, ở trạng thái giả lỏng với nhiệt độ 700 - 800°C.

Than đã hoạt hóa và than đã hoàn nguyên đều được đổ vào các thùng chứa. Từ đó sau khi nguội lại được dẫn vào các tháp hấp phụ. Lò hoạt hóa và hoàn nguyên hợp nhất được xây dựng với các chỉ tiêu sau:

- đường kính lò 800mm;
- chiều cao lò 5m;
- công suất than hoàn nguyên 2,2 tấn/ngày đêm;
- công suất than hoạt hóa 300kg/ngày đêm;
- nhiệt độ hoạt hóa 900°C;
- nhiệt độ hoàn nguyên 550 - 700°C;
- thời gian hoàn nguyên 40 - 60 ph;
- tiêu hao khí đốt thiên nhiên cho 1t than hoạt tính 3500 - 4000 $\text{m}^3/\text{tấn}$.

7.5. SƠ ĐỒ TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

7.5.1. Trường hợp xử lý phục hồi (thu hồi chất quý)

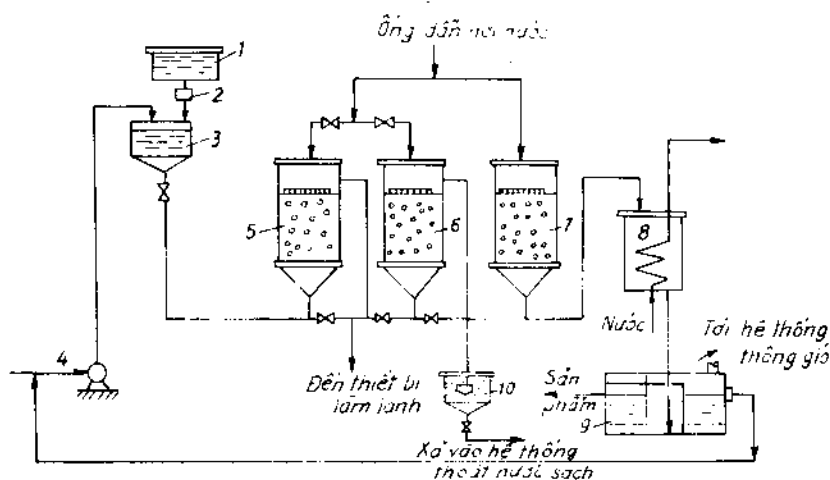
Khi chọn sơ đồ công nghệ phải dựa vào các chỉ tiêu sau:

- giá thành sản phẩm thu hồi;
- giá thành vật liệu hấp phụ;
- chi phí khi hoàn nguyên vật liệu.

Nếu giá thành vật liệu hấp phụ thấp hơn chi phí khi hoàn nguyên và giá thành sản phẩm thu hồi không thể bù đắp được hiệu số chi phí trên thì không nên hoàn nguyên.

Nếu không cần hoàn nguyên thì đơn giản nhất là sơ đồ xử lý nước thải với hấp phụ tĩnh (h.7.2, 7.3). Nếu phải hoàn nguyên thì có thể áp dụng các sơ đồ sau:

7.5.1.1. Trạm xử lý với hoàn nguyên bằng hơi



Hình 7.12. Sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ cục bộ để xử lý nước thải chứa các chất dễ bay hơi (hoàn nguyên bằng hơi nước nóng):

- 1- thùng chứa phèn để điều chỉnh pH của nước thải; 2- thùng định lượng; 3- đài áp lực; 4- bơm;
5, 6- tháp hấp phụ công tác; 7- tháp hấp phụ ngắt ra để hoàn nguyên bằng hơi nước nóng;
8- thiết bị làm lạnh; 9- bình tách nước ngưng; 10- bể lọc trung hòa nước đã xử lý

Hình 7.12 là sơ đồ trạm xử lý với hoàn nguyên bằng hơi nóng. Thiết bị trao đổi nhiệt (làm lạnh) được nối với ống dẫn chung của ba tháp hấp phụ. Nhiệt độ làm cho hơi nước ngưng tụ phải cao hơn nhiệt độ tinh thể hóa của chất cần thu hồi để tránh tắc ống trong bình trao đổi nhiệt.

Khi dùng hơi để tách các chất khỏi than thì sẽ tạo một lượng khí đáng kể. Chẳng hạn, khi xử lý nước thải chứa các sản phẩm nitơ thì sẽ tạo một lượng khí nitơ oxit cùng bay theo hơi. Vì vậy ở bình chứa nước ngưng phải có ống nối với hệ thống thông gió hoặc nối với hệ thống hút khí đó.

Khi chất cần được tách khỏi than và ít tan trong nước thì được tách khỏi nước ngưng bằng cách lắng. Phần nước lại cho về hệ thống thoát nước bẩn

trước khi cho vào tháp hấp phụ. Phần sản phẩm ở dạng tinh thể, hoặc dầu mờ tùy thuộc độ tinh khiết của nó có thể sử dụng luôn hoặc đưa đi xử lý thêm để sử dụng.

Theo sơ đồ trên người ta đã thu hồi các sản phẩm như cacbon sunfua, dicloetan, nitrobenzen, nitroclobenzen,... với hiệu suất khá cao.

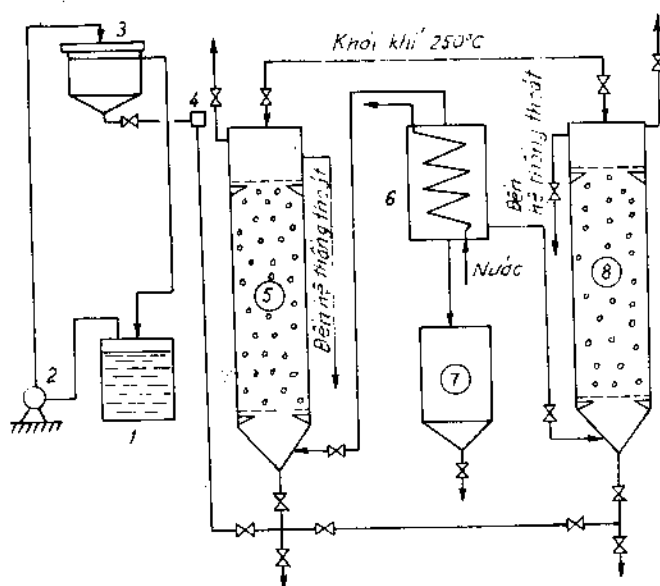
Hơi tiêu hao cho hoàn nguyên không đáng kể so với lượng nước thải. Ví dụ, đối với dicloetan 0,15%, cacbon sunfua 0,5%, 3 - 4%, chỉ có đối với nitrotoluen 7 - 10%.

7.5.1.2. Trạm xử lý với hoàn nguyên bằng hỗn hợp hơi nước - khí

Đối với các chất khó bay hơi cùng với hơi nước bão hòa hoặc các chất có độ hòa tan trong nước cao thì nên dùng không khí hoặc khí trơ và đun nóng lên tới nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi của chất đó để hoàn nguyên.

Nhiệt độ phân hủy than hoạt tính khoảng 400 - 450°C nên nếu dùng không khí nóng trên 300 - 350°C sẽ không được. Tuy nhiên có thể dùng các loại khí nóng - sản phẩm đốt cháy của khí thiên nhiên. Hình 7.13 là sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ để xử lý nước thải chứa axit axetic.

Nước được axit hóa thêm bằng axit sunfuric cho tới pH = 2 - 3 rồi cho qua



Hình 7.13. Sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ cục bộ để xử lý nước thải chứa

axit axetic và hoàn nguyên bằng không khí nóng hoặc khí khí:

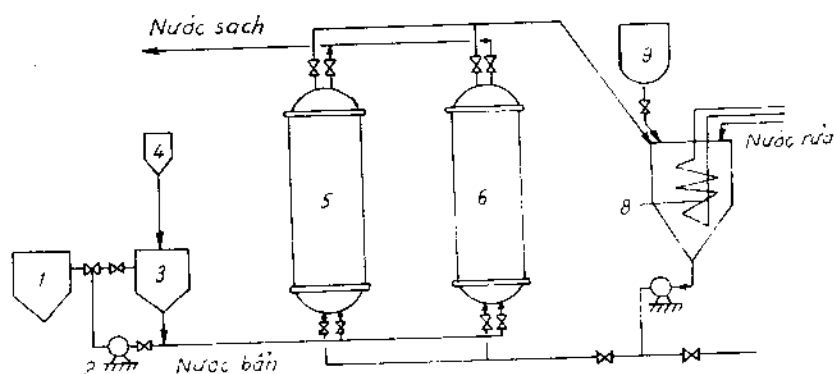
1- bể chứa nước thải; 2- máy bơm; 3- dải nước; 4- điều chỉnh tốc độ; 5- tháp hấp phụ chứa than hoạt tính; 6- thiết bị lạnh; 7- bình chứa nước ngưng; 8- tháp lọc hấp phụ để xử lý khí (đã nguội) trước khi xả vào khí quyển

tháp lọc than. Khi ngắt ra để hoàn nguyên thì được nối với lò *phát nhiệt*. Không khí được máy nén khí đẩy qua lò *phát nhiệt* (tới 300°C) rồi vào tháp hấp phụ. Qua lớp hấp phụ thì không khí sẽ bão hòa hơi axit axetic, tiếp theo hỗn hợp lại được dẫn qua thiết bị làm nguội để hạ nhiệt độ xuống $20 - 25^{\circ}\text{C}$; ở đó 65 - 70% axit axetic sẽ bị ngưng tụ. Không khí nguội được qua tháp hấp phụ thứ hai chứa than hoạt tính và được làm sạch (khử lượng axit axetic còn lại) rồi bay vào khí quyển.

7.5.1.3. Trạm xử lý với hoàn nguyên bằng hóa chất

Khi xử lý nước thải chứa axit hữu cơ (chủ yếu là axit mạch vòng), phenol, các loại amin mạch vòng, một số chất dị vòng; chúng không bay hơi theo hơi nước lúc hoàn nguyên mà tạo nhựa trên mặt than ở nhiệt độ $110 - 120^{\circ}\text{C}$. Ngoài ra chúng không bị phân ly và ít hòa tan trong nước nếu pH thích hợp. Do đó để hoàn nguyên người ta dùng biện pháp chuyển các chất đã hấp phụ sang dạng ion thì chúng sẽ dễ dàng rửa ra khỏi than.

Nếu chất bẩn là phenol thì người ta dùng dung dịch kiềm, là amin thì dùng axit để làm phen khi hoàn nguyên (h.7.14).



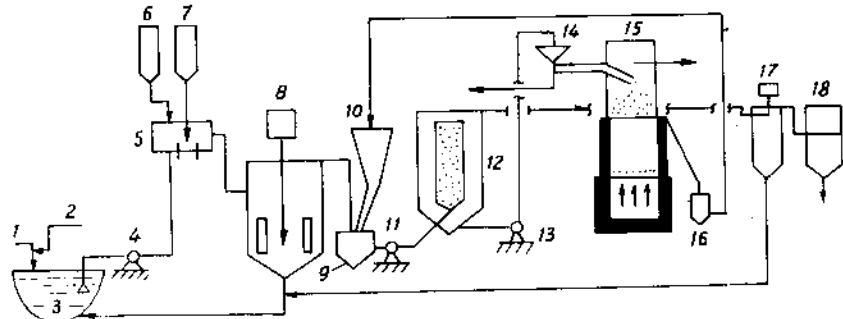
Hình 7.14. Sơ đồ trạm hấp phụ để xử lý nước thải chứa 2, 4, 5 - triclophenol với hoàn nguyên than hoạt tính bằng cách dùng kiềm và nước nóng để rửa nối tiếp:

1- bể lắng; 2- máy bơm; 3- thùng hòa trộn; 4- thiết bị đo; 5- tháp lọc hấp phụ để xử lý nước; 6- tháp lọc hấp phụ để hoàn nguyên; 7- máy bơm kiềm để hoàn nguyên; 8- nồi đun kiềm - nước rửa; 9- định lượng kiềm xút (40%)

Dung dịch phen được dẫn qua thiết bị đun nóng tới $70 - 80^{\circ}\text{C}$ rồi qua tháp hấp phụ. Tiếp đó tháp lại được rửa thêm hai lần bằng nước nóng. Nước rửa lần đầu đậm đặc sẽ được đưa về chuẩn bị kiềm (hoặc axit). Nước rửa lần hai loãng dùng để rửa lần đầu của đợt hoàn nguyên sau.

7.5.2. Trường hợp hoàn nguyên kiểu phân hủy

Ở nhiều xí nghiệp nước thải chứa nhiều chất bẩn với hỗn hợp phức tạp. Những sản phẩm sau khi xử lý vừa độc hại, lại không sử dụng được. Khi đó người ta dùng phương pháp xử lý kiểu phân hủy.



Hình 7.15. Sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ với hoàn nguyên kiểu phân hủy:
1- nước axit; 2- nước kiềm; 3- bể lắng chứa hỗn hợp nước thải; 4- máy bơm; 5- bể trộn;
6,7 - định lượng phèn - vôi; 8- bể lắng trong; 9- trộn nước với than hoạt tính antraxit;
10- định lượng than hoạt tính; 11- bơm; 12- tháp hấp phụ kiểu giá lồng; 13- máy bơm cặn;
14- máy ép lọc chân không; 15 - lò để hoàn nguyên than hoạt tính; 16- bể chứa than
hoạt tính; 17 - bể lắng trong đợt hai; 18 - bể lọc cát

Hình 7.15 là sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ ở xí nghiệp tổng hợp hữu cơ. Trạm xử lý gồm ba công đoạn:

- tách các chất keo - hòa tan với tạo pH thích hợp và dùng phèn;
- hấp phụ các chất dạng phân tử hòa tan;
- hoàn nguyên than hoạt tính bằng nhiệt (đốt), ở đây ngoài kiềm, axit, nước thải còn chứa các muối sắt hai, nhôm và các loại khác.

Chương 8

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP LÀM THOÁNG VÀ CHUNG BAY HƠI

8.1. PHƯƠNG PHÁP LÀM THOÁNG

Nước thải của nhiều lĩnh vực công nghiệp (hóa chất, sản xuất sợi nhân tạo, sản xuất giấy - xenluloza sunfat,...) chứa các chất dễ bay hơi như hiđro sunfua, cacbon sunfua, metyl mecaptan, disunfit, đimetyl sunfit,... Để xử lý các loại nước này người ta dùng phương pháp làm thoáng tức là cho tiếp xúc với không khí (hoặc khí trơ) trong điều kiện tự nhiên hoặc cưỡng bức.

8.1.1. Cơ sở lý thuyết và các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu suất của quá trình làm thoáng

Như đã biết, áp suất riêng phần của khí hoặc hơi bão hòa của một chất và hàm lượng của chất đó trong dung dịch ở trạng thái cân bằng, được liên hệ với nhau theo quy luật Henri:

$$C = H \cdot P, \quad (8.1)$$

trong đó C - nồng độ của chất khí hòa tan trong dung dịch, kg/m^3 ; H - hằng số Henri, $\text{kg/m}^3 \cdot \text{mm Hg}$; P - áp suất riêng phần của khí đối với dung dịch, mm cột thủy ngân.

Khi thổi không khí hoặc một loại khí trơ nào đó vào nước thải chứa các chất dễ hòa tan dễ bay hơi, thì hơi của chất dễ bay đó sẽ khuếch tán vào bọt không khí. Nếu thời gian nổi lên của bọt không khí đủ để đạt được trạng thái phân bố cân bằng của chất dễ bay trong nước và trong bọt khí thì nồng độ chất dễ bay trong bọt khí này cũng được xác định theo qui luật Henri (8.1).

Trong thực tế không bao giờ đủ thời gian tiếp xúc để đạt được trạng thái cân bằng mà chỉ gần tới trạng thái cân bằng. Mức độ gần hay còn xa trạng thái cân bằng tùy thuộc vào tốc độ truyền khối lượng của chất dễ bay từ nước sang bọt khí. Tốc độ truyền chất lại phụ thuộc vào mức độ bão hòa của các chất dễ bay trong bọt khí và diện tích tiếp xúc ở biên giới phân chia bọt khí và nước, được biểu thị bằng phương trình:

$$\frac{dC}{d\tau} = -\beta f(P_1 - P_2), \quad (8.2)$$

trong đó $\frac{dC}{d\tau}$ - tốc độ giảm nồng độ chất dễ bay (dễ bay hơi trong nước); β - hệ

truyền chất theo một đơn vị diện tích tiếp xúc ở biên giới phân chia nước - khí; f - tổng diện tích tiếp xúc của các bọt khí thổi qua nước trong một đơn vị thời gian; P_1 - áp suất riêng phần cân bằng của hơi chất bẩn trong bọt khí ở thời điểm ứng với nồng độ C của chất bẩn trong nước; P_2 - áp suất riêng phần của chất bẩn trong bọt khí ở thời điểm τ .

Như vậy ta thấy tốc độ và hiệu suất khử các chất bẩn trong nước tùy thuộc vào nhiều yếu tố như: nhiệt độ, mức độ phân tán không khí, pH và sự có mặt của các tạp chất bẩn khác trong nước thải.

Khi nhiệt độ tăng lên, độ đàn hồi của hơi chất bẩn đối với nước tăng lên, hiệu số $P_1 - P_2$ tăng, kết quả sự khử hấp phụ (khử các chất bẩn trong nước) cũng tăng lên.

Mức độ phân tán của các bọt khí thổi vào càng cao, các bọt khí càng nhỏ thì tổng diện tích tiếp xúc ở biên giới phân chia nước - khí càng lớn và hiệu suất khử chất bẩn càng cao.

Khi nước thải chứa các tạp chất bẩn khác như các tạp chất lơ lửng, các chất hoạt tính bề mặt tức là tạo lớp bọt trong quá trình khử khí sẽ làm giảm hiệu suất công tác của trạm.

Cường độ làm thoáng, cường độ tưới, các yếu tố cấu tạo của tháp khử khí và hệ thống phân phối nước - không khí cũng ảnh hưởng tới quá trình khử khí. Khi chọn cường độ làm thoáng (thổi không khí) cần phải tính tới khả năng tạo tiếng nổ. Nồng độ các chất dễ bay hơi trong hỗn hợp khí ra khỏi tháp phải giới hạn trong khoảng 12 - 14 mg/l mặc dầu giới hạn tạo tiếng nổ là 34mg/l.

Khi làm thoáng nước thải bằng không khí, song song với quá trình khử khí tức là quá trình chuyển chất bẩn từ dạng hòa tan sang dạng dễ bay hơi, còn diễn ra các quá trình oxi hóa các chất bẩn bởi oxi của không khí. Cường độ oxi hóa tùy thuộc nồng độ chất bẩn, nhiệt độ, pH của nước,...

8.1.2. Các loại thiết bị làm thoáng bằng không khí

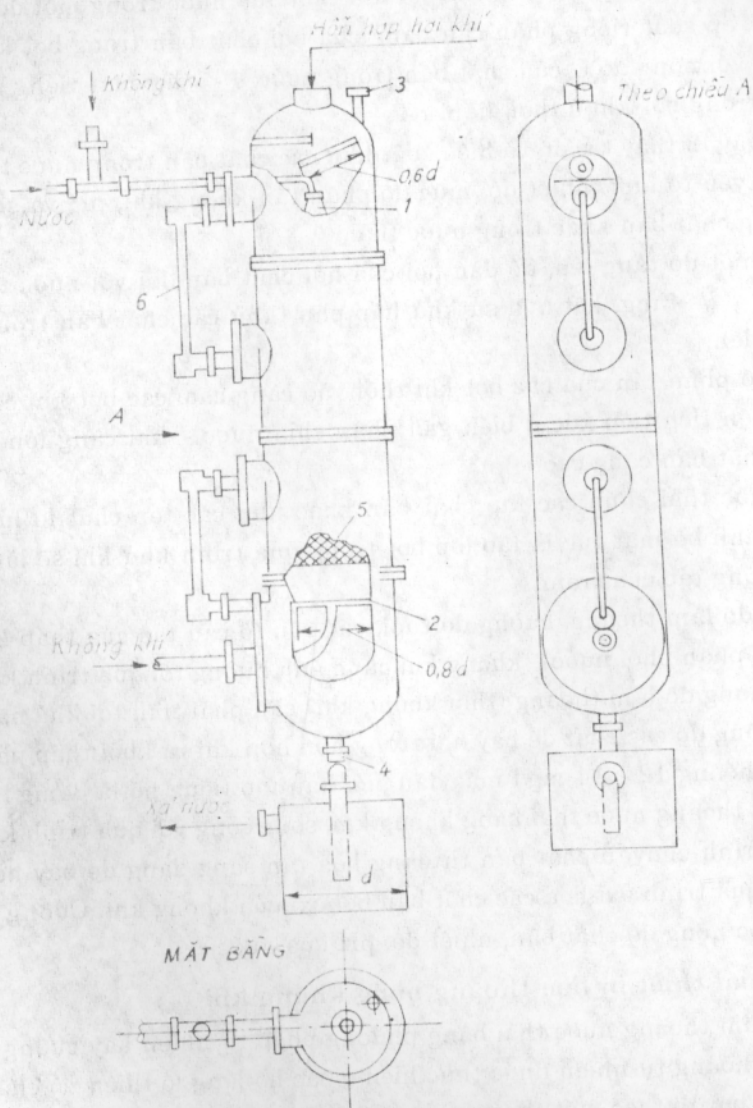
Có thể làm thoáng nước thải bằng phương pháp tự nhiên hay cưỡng bức.

a) Làm thoáng tự nhiên được thực hiện ở các hồ lắng lộ thiên và chất bẩn dễ bay hơi sẽ bay đi theo mặt thoáng của nước. Song hiệu quả khử các chất bay hơi theo mặt thoáng không cao (khử H_2S không quá 50-60%) thậm chí với nước lưu tại trong hồ tới 5-15 ngày. Như vậy biện pháp làm thoáng tự nhiên chẳng những cho hiệu suất không cao mà đòi hỏi nhiều diện tích xây dựng nên người ta ít dùng.

b) Thiết bị khử khí bằng biện pháp cưỡng bức gồm ba loại chính: *tháp với vật liệu tiếp xúc; thổi không khí nên vào lớp nước và tháp chân không.*

Hình 8.1 là tháp khử khí với vật liệu tiếp xúc là vòng sứ. Đôi khi lớp vật

liệu tiếp xúc là các giát gỗ. Chiều cao lớp vật liệu khoảng 2-3m.

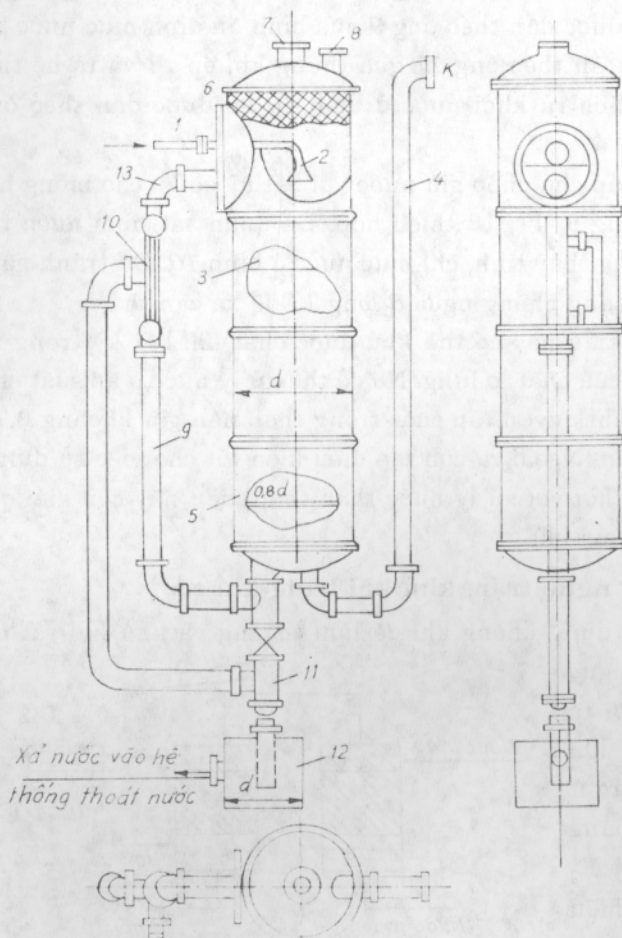


Hình 8.1. Tháp khử khí hay tháp làm thoáng bằng không khí;
1- thiết bị phun nước; 2- thiết bị hệ thống thổi khí; 3- màng phòng ngừa;
4- ống xả cặn đáy; 5- vòng rasiga; 6- thủy tinh bảo mực nước

Nhược điểm chính của loại tháp khử khí với vật liệu tiếp xúc là: dễ bị ứ tắc bởi các tạp chất lơ lửng trong nước thải, thậm chí cả khi nồng độ của chúng thấp, phục hồi và rửa vật liệu mất nhiều công. Do đó đòi hỏi phải lọc hoàn toàn chất lơ lửng khỏi nước thải trước khi đưa vào tháp. Lưu lượng của tháp khử

khí loại này tùy thuộc vào loại khí bản, nồng độ của chúng trong nước thải và cường độ làm thoáng. Ví dụ trong nước chứa 10-30 mg/l H_2S ; 50-100 mg/l CS_2 và 500-1000 mg/l CO_2 ; lưu lượng nước thải qua tháp khử khí là 10-15 m³/m²h; lưu lượng không khí là 150 - 350 m³/m²h; nồng độ H_2S giảm 80-85%; CS_2 giảm 80-90%; CO_2 giảm 60-80%. Nếu tăng cường độ làm thoáng thì hiệu suất không tăng là bao mà lại tạo nhiều bọt.

Loại tháp khử khí kiểu *thổi không khí vào lớp nước* cũng cho các chỉ tiêu công tác tương tự: với lưu lượng nước thải 8-10m³/m²h, lưu lượng không khí 80-100m³/m²h; nồng độ H₂S giảm 85-95%; CS₂ giảm 80-90%; CO₂ giảm 70-80%.



Hình 8.2. Tháp khử khí chân không

Các loại tháp khử khí chân không với thổi không khí vào sẽ cho hiệu suất khử khí cao nhất (h.8.2). Với chiều cao lớp nước từ 1,5-2m, cường độ thổi khí 100-150m³/m²h, cường độ tưới nước 30-40m³/m²h, thì hiệu suất tách các loại khí trên đạt được tới 98%. Loại tháp khử khí ở hình 8.2 có thể làm việc với áp suất khí quyển hoặc áp suất chân không. Nước thải chứa CS₂, H₂S và các chất bẩn khác được dẫn vào theo ống 1 qua thiết bị phun 2 phun nước thành các giọt nhỏ để phân phối vào tháp.

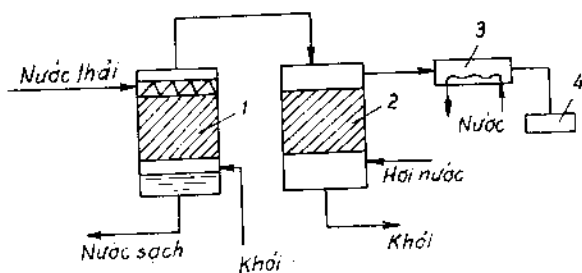
Trong tháp mức nước 3 luôn luôn được giữ cố định. Không khí được dẫn vào theo ống 4 qua hệ thống phân phối kiểu đĩa khoan lỗ và sục trong nước. Kết quả các khí tan trong nước sẽ bão hòa trong các bọt không khí, hỗn hợp hơi - khí đó sẽ qua thiết bị 6 để giữ các giọt nước lại và dẫn đi xử lý tiếp tục. Nước sạch sau khi xử lý được dẫn theo ống 9 qua bình ổn định mực nước 10 để tách bọt không khí rồi tràn theo ống 11 qua thùng khí ép 12 và ra hệ thống thoát nước. Không khí tách ra khỏi nước ở bình 10 lại được dẫn theo ống 13 vào tháp.

Cấu tạo của tháp cho phép giữ nước với bất kỳ chiều cao mong muốn bằng cách lắp ráp các ống 9, 11, 13 thích hợp. Để quan sát mực nước trong tháp người ta lắp một ống thủy tinh, chỉ mực nước ở bình 10. Để tránh gây tiếng nổ người ta đặt một màng phòng ngừa 8, ống 11 để xả cạn tháp.

Tháp khử khí kiểu này có thể khử được chất khí bất kỳ trong nước thải, với nồng độ bất kỳ của chất lơ lửng. Nó có thể xử lý nước ở áp suất chân không cũng như áp suất khí quyển (áp suất trong tháp nên giữ khoảng 0,7 - 1,2 at) và cho hiệu suất cao. Ngoài ra còn tạo điều kiện tốt cho việc sử dụng CS₂ sau đó. Như vậy đồng thời với xử lý nước thải, tháp kiểu này còn giải quyết được vấn đề ô nhiễm không khí.

8.1.3. Sơ đồ công nghệ trạm khử khí bằng khí trơ

Nhiều khi nếu dùng không khí để làm thoáng và khử khí rất có thể tạo nên hỗn hợp nổ nguy hiểm. Khi đó người ta phải thay không khí bằng một loại khí trơ ít tan trong nước. Chẳng hạn, người ta dùng N₂ hoặc CO₂, ở nhiều trạm người ta dùng khói, sản phẩm đốt cháy của các loại nhiên



Hình 8.3. Sơ đồ khử khí CS₂ bằng khói

liệu dạng khí hoặc lỏng với điều kiện không lẫn không khí trong đó. Khói nóng là hỗn hợp gồm khoảng 12% CO_2 và 88% N_2 . Hơi nước trong khói sẽ ngưng tụ trực tiếp ngay trong nước.

Hình 8.3 là sơ đồ trạm khử khí CS_2 trong nước bằng khói do đốt cháy khí đốt thiên nhiên.

Khói được dẫn vào tháp 1 và hấp thụ CS_2 từ nước thải. Hỗn hợp khói bão hòa CS_2 được dẫn sang tháp hấp phụ chứa than hoạt tính, ở đó CS_2 bị giữ lại. Than hoạt tính bão hòa CS_2 theo chu kỳ được hoàn nguyên bằng hơi nước nóng.

Hơi nước và CS_2 sẽ ngưng tụ ở bình ngưng 3 và dẫn qua bể chứa 4. Từ đó CS_2 được đưa đi sử dụng. Nhiều khi không thể sử dụng khí thu hồi nên người ta phải đưa hỗn hợp khói bão hòa khí CS_2 để đốt xúc tác hơi hữu cơ (ở nhiệt độ 280-350°C) trong không khí qua lớp quặng mangan. Các hỗn hợp sẽ bị oxy hóa hết, tạo CO_2 và H_2O với thời gian tiếp xúc giữa khí và lớp xúc tác chừng 0,3s. Khi đó, trong sơ đồ công nghệ trên thay thế khói vào tháp 1, là không khí đã đốt nóng ở 300°C và trong tháp 1 chứa lớp xúc tác thay cho lớp vật liệu tiếp xúc.

8.2. PHƯƠNG PHÁP CHUNG BAY HƠI

8.2.1. Nguyên lý và sơ đồ công nghệ

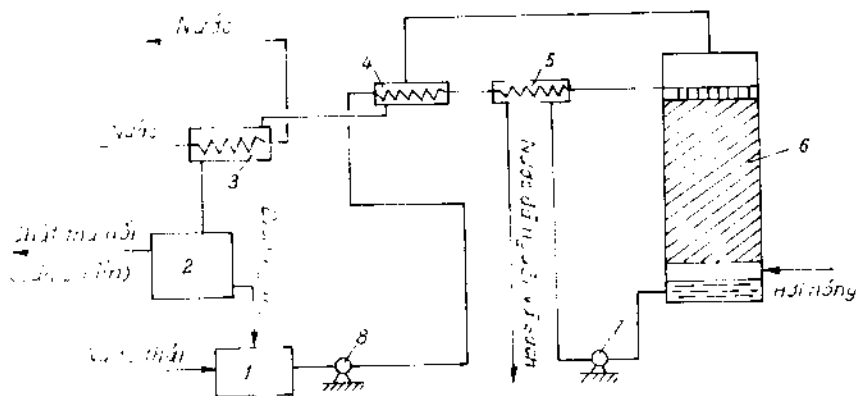
Khi các chất hữu cơ dễ bay hơi và cùng với nước tạo thành hỗn hợp đẳng sôi thì người ta dùng phương pháp chung bay hơi để các chất đó cùng bay theo hơi nước. Trước tiên muốn sử dụng phương pháp này người ta phải xét đến nhiệt độ sôi của hỗn hợp và tỷ lệ giữa lượng chất bẩn hữu cơ và lượng nước cùng chuyển sang dạng hơi khi chưng cất. Nếu tỷ lệ này càng lớn so với chính tỷ lệ giữa chúng (chất bẩn và nước) lúc bình thường thì phương pháp này càng có lợi. Nhiều hỗn hợp đẳng sôi khi ngưng tụ sẽ hình thành các lớp riêng biệt và do đó rất dễ dàng tách các chất bẩn khỏi dung dịch bão hòa. Tuy nhiên, nhiều khi chúng không hình thành các lớp riêng biệt do độ hòa tan của lớp ngưng với chất bẩn rất lớn. Những hỗn hợp đó vẫn có thể sử dụng trực tiếp hoặc có thể sử dụng sau khi xử lý bằng phương pháp trích ly.

Hình 8.4 là sơ đồ công nghệ của trạm xử lý nước thải bằng phương pháp chung bay hơi. Nước thải và dịch ngưng bão hòa (sau khi thu hồi chất bẩn) đều được dẫn vào bể chứa 1.

Từ đó hỗn hợp được bơm 8 bơm lên hệ thống ngưng - trao đổi nhiệt 4 và 5 rồi vào tháp chưng 6 chứa vật liệu tiếp xúc.

Ở thiết bị trao đổi nhiệt 4 và 5 nước thải được đun sôi lên tới nhiệt độ sôi nhờ nước sau khi được xử lý và nhờ hỗn hợp hơi nước với các chất bẩn hữu cơ. Nước thải sau khi xử lý sẽ nóng lên tới 100°C từ phần dưới tháp chưng nhờ

bơm 7 bơm lên thiết bị trao đổi nhiệt 5 rồi xả vào hệ thống thoát nước hoặc tiếp tục dẫn đi xử lý.



Hình 8.4. Sơ đồ trạm thu hồi chất hữu cơ dễ bay hơi trong nước thải bằng phương pháp chưng cất

Đồng thời hơi nóng cũng được dẫn vào phía dưới tháp chưng 6. Hỗn hợp hơi nước và chất bẩn từ phần trên tháp chưng 6 cũng được dẫn nối tiếp qua các thiết bị ngưng trao đổi nhiệt 4 và 3. Phần nước ngưng từ thiết bị 3 được dẫn vào bể lắng 2 để tách dịch chất bẩn hữu cơ: lớp trên dịch chất bẩn hữu cơ là sản phẩm được đưa đi sử dụng, lớp dưới là lớp nước ngưng (bão hòa chất bẩn) dẫn về bể chứa 1 và được xử lý lại cùng với nước thải).

8.2.2. Tính toán các thông số công nghệ và cấu tạo tháp chưng

8.2.2.1. Lượng nhiệt chi phí cho việc chưng cất

Lượng nhiệt này được xác định bởi nồng độ chất bẩn trong nước và lượng nhiệt trong hơi ra khỏi tháp cũng như lượng nhiệt trong nước thải trước và sau khi xử lý. Vì nước thải trước khi vào tháp được đun nóng ở thiết bị 4 và 5 tới nhiệt độ ứng với nhiệt độ công tác ở phần trên của tháp chưng, cho nên lượng nhiệt chi phí cho việc chưng cất chính là tổng lượng nhiệt trong hơi ra khỏi tháp và lượng nhiệt cần đun nóng nước thải từ nhiệt độ ở phần trên tháp tới nhiệt độ nước thải sau khi xử lý ra khỏi tháp.

Nhiệt độ phần trên của tháp là 96-99°C.

Nhiệt độ nước sau xử lý ra khỏi tháp là 101-102°C.

Nhiệt độ ở thiết bị trao đổi nhiệt 5 là 95-98°C.

8.2.2.2. Hiệu suất xử lý hoặc nồng độ chất bẩn trong nước thải sau xử lý

Khi dòng nước được đun nóng ở nhiệt độ sôi đi ngược chiều với hơi nóng, những tạp chất bẩn dễ bay hơi trong nước sẽ dần dần chuyển sang thể hơi và

phân bố giữa thể hơi và nước theo qui luật phân bố:

$$K = \frac{C_h}{C_n}, \quad (8.3)$$

trong đó K - hệ số phân bố; C_h - nồng độ tạp chất trong hơi nước ở trạng thái cân bằng, g/l ngưng tụ; C_n - nồng độ tạp chất trong nước ở trạng thái cân bằng, g/l.

Giá trị của hệ số phân bố tùy thuộc dạng chất bẩn và nồng độ của chúng trong nước.

Bảng 8.1 là giá trị của hệ số K đối với các dung dịch từ 0,01 N đến 0,1 N.

Bảng 8.1. Giá trị hệ số phân bố K của một số chất

Chất bẩn	Hệ số K	Chất bẩn	Hệ số K
Amoniac	13	Alum	5,5
Metylamin	11	Metylanilin	16
Etylamin	20	Benzenamin	3,3
Propylamin	30	Phenol	2,0
Dietylamin	43	Timon	12

Hiệu suất xử lý hoặc hàm lượng chất bẩn trong nước sau khi xử lý tùy thuộc vào nhiều yếu tố cơ bản và được biểu thị bằng phương trình sau:

$$C = \frac{(PK + 1)C_n}{PK\sigma + 1}, \quad (8.4)$$

$$x = \frac{P}{b} \left(1 + \frac{1}{PK} \right) \sigma H, \quad (8.5)$$

trong đó K - hệ số phân bố; C_n - nồng độ ban đầu của chất bẩn trong nước thải, g/l; C - nồng độ chất bẩn trong nước ra khỏi tháp, g/l; P - lưu lượng đơn vị của hơi, kg/kg nước; b - mật độ phun nước trong tháp, m³/m²h; σ - diện tích tiếp xúc đơn vị của vật liệu, m²/m³; ρ - hằng số thực nghiệm có thứ nguyên m/h; H - chiều cao của tháp chưng, m.

Trong điều kiện thực tế, để đơn giản có thể dùng công thức:

$$C = \frac{b \cdot C_n}{\rho \sigma H + b}, \quad (8.6)$$

$$H = \frac{b(C_n - C)}{C \rho \sigma}, \quad (8.7)$$

8.2.2.3. Vẽ cấu tạo

Có thể chọn:

- đường kính tháp chưng $D = 0,6 - 3 \text{ m}$;
- chiều cao lớp vật liệu tiếp xúc $H = 6 - 12 \text{ m}$;
- mật độ phun $b = 1 - 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$;
- lượng hơi $P = 0,5 - 1,5 \text{ kg/kg nước}$;
- năng suất của tháp chưng $20 - 200 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;
- diện tích tiếp xúc đơn vị σ tùy thuộc vào loại vật liệu có thể chọn như ở

bảng 8.2.

Bảng 8.2. Diện tích tiếp xúc đơn vị của vật liệu

Loại vật liệu	Kích thước, cm	$\sigma, \text{m}^2/\text{m}^3$
Các vòng: xoắn	7,5 x 7,5	95
tròn	11,3 x 10	66
sứ	2,5 x 2,5	110
Hình khối	22,5 x 11,3 x 6,8	22
Than cốc nghiền	7,5	40
Thạch anh nghiền		45

8.2.3. Ưu khuyết điểm và chỉ tiêu kinh tế

Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, cho hiệu suất xử lý cao, tạo điều kiện tốt cho việc xử lý nước thải bằng phương pháp sinh hóa và không làm cho nước thải bị nhiễm bẩn thêm như phương pháp trích ly. Tuy nhiên nồng độ chất bẩn sau xử lý vẫn còn cao, giá thành xử lý vẫn đắt. Vì vậy người ta chỉ sử dụng phương pháp này khi chất bẩn thu được là sản phẩm quý và có thể bán để bù đắp khấu hao.

Ở bảng 8.3 là đặc tính một số chất hữu cơ tạo với nước ngưng hỗn hợp đẳng sôi và có thể dùng phương pháp chưng bay hơi để loại khỏi nước thải (naphtalin, nitrobenzen, phenol).

Bảng 8.3. Thành phần những hỗn hợp đẳng sôi với nước và nhiệt độ của chúng

Chất hữu cơ	Độ hòa tan		Tỷ trọng của chất tinh khiết ở 20°C, g/cm ³	Nhiệt độ sôi của chất tinh khiết, °C	Hỗn hợp đẳng sôi	
	trong nước, %	nhiệt độ, °C			nhiệt độ sôi, °C	hàm lượng chất hữu cơ trong hỗn hợp, %
1	2	3	4	5	6	7
Benzen	1,206	40	0,879	80,1	69,2	91,2
Xiclohexan	không tan	-	0,779	80,7	68,9	81,0
Toluen	0,05-0,01	25	0,866	110,6	84,1	80,4

Tiếp bảng 8.3

1	2	3	4	5	6	7
Etylbenzen	-	-	0,866	136,2	98,8	80,4
Naphtalin	0,003	25	1,45	217,9	89,9	110
Izobutyl	9,1	15	0,810	108,0	61,4	66,6
Diazopropylen	0,9	20	0,725	68,4	95,5	96,4
Anizon	-	-	0,990	153,5	70,4	96,4
Etylaxetat	7,8	15	0,901	77,1	90,2	91,8
Carbon tetraclorea	-	20	1,594	76,6	56,1	56,1
Cloroform	0,82	20	1,489	61,7	73,6	97,5
Tricloetylamin	0,1	25	1,47	87,1	90,2	94,6
Clobenzen	0,18	25	1,107	131,7	90,2	75,0
Nitrobenzen	0,204	30	1,205	210,8	98,6	14,2
Phenol	8,3	20	1,071	181,8	99,6	9,2
Anilin	3,7	30	1,022	184,0	75,0	18,2
Trietylamin	0,9	75	0,725	89,4	75,0	90,0
Dicloetan	0,9	30	1,256	83,5	72,0	91,6
Epiclohidrin	-	-	1,181	117,9	88,0	75,0

Để tiết kiệm người ta phải phục hồi hơi bằng kiềm và tuần hoàn hơi để dùng lại.

Để xử lý 1m³ nước thải chứa phenol người ta phải chi phí khoảng 20kg hơi; 2,2 kg kiềm NaOH, 18 kWh điện năng.

8.3. PHƯƠNG PHÁP TUẦN HOÀN HƠI NƯỚC

8.3.1. Nguyên lý và cơ sở hóa lý của phương pháp tuần hoàn hơi nước

8.3.1.1. Nguyên lý công tác và phạm vi sử dụng

Khi hàm lượng chất bẩn trong hỗn hợp đẳng sôi không cao lắm và để xử lý đòi hỏi phải tốn khá nhiều lượng hơi, thì tốt nhất nên hoàn nguyên, phục hồi và tuần hoàn hơi nước để dùng lại. Phương pháp tuần hoàn hơi nước được dùng chủ yếu để loại các chất hữu cơ dễ bay hơi và là các chất điện ly yếu. Mức độ phân ly của các chất đó tùy thuộc vào pH của nước thải. Cần thấy rằng chỉ có thể loại các chất này ra khỏi nước khi chúng ở dạng phân tử - tức là phải tạo giá trị pH thích hợp để thực tế chúng không bị phân ly.

Từ hơi nước tuần hoàn, người ta lại thu hồi chất bẩn bằng dung dịch kiềm nếu chất bẩn là loại axit yếu hoặc bằng dung dịch axit vô cơ nếu chất bẩn là loại kiềm yếu. Khi dùng dung dịch axit vô cơ để hoàn nguyên hơi, đòi hỏi phải dùng vật liệu chịu axit để làm ống dẫn và tháp chưng.

Nếu nồng độ các chất bẩn trong nước thải chỉ bằng 0,1 - 1% thì khi chúng

tập trung sang dung dịch kiềm, nồng độ phải đạt tới 10 - 20%; tiếp theo dùng axit vô cơ (thường là khí CO_2) để trung hòa kiềm thì các chất bẩn sẽ hình thành một lớp riêng biệt và có thể dùng biện pháp lắng để tách khỏi dung dịch.

Trong đa số trường hợp, phương pháp tuần hoàn hơi nước được dùng để tách các chất bẩn có tính axit dễ bay hơi khỏi nước thải công nghiệp. Thêm vào đó các chất bẩn khi tác dụng với kiềm sẽ cho các sản phẩm tan trong nước. Các chất bẩn thường là phenol một nguyên tử (phenol, crezol, xilen, naphtol) và các axit cacboxylic.

Phương pháp tuần hoàn hơi nước được dùng phổ biến để khử phenol trong nước thải các nhà máy khí than (hóa cốc), các xí nghiệp chế biến than nâu hoặc sản xuất phenol tổng hợp, crezol tổng hợp, axit cacboxylic, α , β - naphtol, chế biến nhựa phenol - formandehit.

8.3.1.2. Cơ sở hóa lý

Hàm lượng chất bẩn trong hơi nước sẽ càng cao nếu áp suất của hơi đối với nước càng giảm. Do đó đối với các chất có nhiệt độ sôi cao hơn nhiệt độ sôi của nước, người ta thực hiện chưng bay hơi trong điều kiện chân không thì sẽ có hiệu quả cao hơn so với thực hiện trong điều kiện áp suất khí quyển.

Hiệu suất của quá trình khử phenol trong nước sẽ càng cao, nếu giá trị của hệ số phân bố phenol trong hơi nước và nước càng lớn.

Bảng 8.4 là giá trị của nồng độ cân bằng C_n , C_h , K .

Bảng 8.4. Nồng độ cân bằng và hệ số phân bố của phenol

Nồng độ cân bằng của phenol, kg/m^3		Hệ số phân bố K [công thức (8.3)]
trong nước C_n	trong hơi C_h	
0,066	0,159	2,41
0,326	0,859	2,64
0,668	1,447	2,16
0,970	2,162	2,24
1,797	4,249	2,36
3,420	8,350	2,44

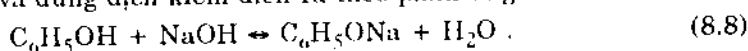
Theo định luật Henri $C = HP$, nồng độ phenol hòa tan tỷ lệ thuận với áp suất riêng phần của nó đối với dung dịch.

H là hằng số Henri, đối với dung dịch nước bằng $3,57 \text{ kg/m}^3 \text{ mmHg}$. Đối với các loại phenol đơn giản với khối lượng phân tử gần bằng 100 thì áp suất riêng phần của nó trong hơi là $P = 0,14C'$ mmHg, trong đó C' là nồng độ phenol trong hơi, kg/m^3 .

Mức độ khử phenol tùy thuộc lượng hơi nước, nồng độ phenol trong nước, sự có mặt của các tạp chất khác trong nước, diện tích tiếp xúc giữa hơi với nước và nhiều yếu tố khác. Lưu lượng đơn vị của hơi nước tuần hoàn thường bằng $1500-2000\text{m}^3$ hơi nước/ 1m^3 nước thải. Nồng độ phenol trong hơi (sau khi kết tủa bằng kiềm) là $0,05\text{ kg/m}^3$. Nếu trong nước thải chứa các tạp chất có tính kiềm, thì mức độ phân ly của phenol tăng lên và do đó giảm hiệu suất khử phenol trong nước. Cụ thể là khi trong nước chứa amoniac thì sẽ gây khó khăn cho việc khử phenol. Khi hàm lượng amoniac trong nước bằng không, nồng độ phenol trong nước là 2kg/m^3 , sau khi chưng 60% thể tích dung dịch ban đầu thì nồng độ phenol còn lại là $0,36\text{kg/m}^3$.

Cũng với điều kiện như trên, khi hàm lượng amoniac trong nước là 10kg/m^3 ; 30kg/m^3 thì nồng độ phenol còn lại tương ứng là $0,44\text{kg/m}^3$ và $0,48\text{kg/m}^3$.

Như vậy sự có mặt của amoniac cũng làm giảm hiệu quả khử phenol. Điều này được giải thích như sau: Quá trình thu hồi phenol trong hơi nước được thực hiện bằng kiềm ở phần dưới tháp hấp thụ. Ở đó diễn ra quá trình hấp thụ và kèm theo phản ứng hóa học (hấp thụ hóa học). Sự tương tác giữa phenol trong hơi nước và dung dịch kiềm diễn ra theo phản ứng sau:



Phenolat tạo thành sẽ bị thủy phân mạnh khi không có kiềm dư. Mức độ thủy phân sẽ càng giảm nếu lượng kiềm dư tăng lên và sẽ càng tăng nếu nhiệt độ tăng lên. Ví dụ, ở nhiệt độ sôi của nước thải nếu lượng kiềm dư hai lần thì nồng độ phenol trong hơi nước và do đó mức độ thủy phân phenolat giảm đi 12,5 lần, nếu dư bốn lần, mức độ thủy phân giảm 25 lần (bảng 8.5).

Bảng 8.5. Nồng độ phenol trong dung dịch và hơi ngưng

Tỷ lệ giữa nồng độ NaOH và $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ theo mol	1:1	2:1	3:1	4:1
Nồng độ phenol trong hơi ngưng tụ, kg/m^3	3,88	3,31	0,21	0,16

Do đó khi dùng phương pháp tuần hoàn hơi nước, để giảm nồng độ phenol trong hơi nước thì đầu tiên người ta dùng dung dịch kiềm - phenolat để rửa rồi sau đó dùng dung dịch kiềm tinh khiết. Khi tẩy nhiều cấp thì nồng độ phenolat trong dung dịch kiềm đạt tới $100 - 200\text{kg/m}^3$.

Trước khi dùng phương pháp tuần hoàn hơi nước để khử phenol trong nước thải nhà máy khí than (hóa cốc) người ta phải sơ bộ khử amoniac, hidro sunfua và CO_2 khỏi nước.

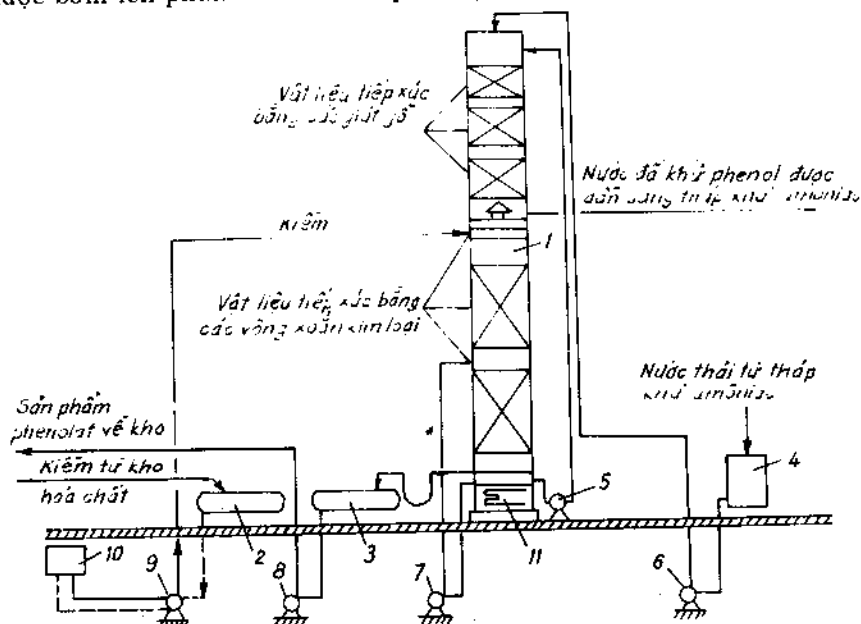
Amoniac tự do sẽ làm tăng pH của dung dịch và phần lớn phenol sẽ ở dạng

phân ly và không loại khỏi nước cùng với hơi được. H_2S , CO_2 tự do sẽ làm giảm pH, làm ta có thể lầm tưởng rằng sẽ tăng hiệu suất khử phenol, song thực tế những khí này sẽ làm dung dịch kiềm bị trung hòa và giảm khả năng hấp thụ phenol từ hơi tuần hoàn.

Nồng độ của các loại khí trên đây trong nước thải trước khi vào tháp khử phenol không vượt quá $10-20g/m^3$.

8.3.2. Sơ đồ công nghệ của trạm khử phenol trong nước thải

Nước thải nhà máy hóa cốc chứa chất bẩn hữu cơ, vô cơ, trong đó nhiều nhất là amoniac và phenol. Có thể khử amoniac trong tháp chưng bằng hơi nước và xử lý bằng vôi để phân hủy các muối liên kết. Phenol được khử bằng phương pháp tuần hoàn hơi nước. Hình 8.5 là sơ đồ công nghệ của trạm khử phenol bằng hơi nước tuần hoàn. Nước thải từ phần bay hơi của tháp khử amoniac được đun tới nhiệt độ sôi và cho vào bể chứa 4. Từ bể chứa 4 nước thải được bơm lên phần trên của tháp khử phenol 1.



Hình 8.5. Sơ đồ công nghệ trạm khử phenol bằng hơi nước tuần hoàn:

- 1- tháp khử phenol; 2- thùng chứa kiềm; 3- thùng chứa phenolat; 4- bể chứa nước thải; 5- quạt gió; 6- máy bơm nước thải; 7- máy bơm phenolat tuần hoàn; 8- máy bơm phenolat sản phẩm về kho; 9- bơm dung dịch kiềm; 10- rơle thời gian; 11- thiết bị đun nóng

Tháp này được chia làm hai phần thông với nhau bằng một ống để cho hơi đi qua. Phần trên là phần khử phenol, vật liệu tiếp xúc bằng giát gỗ. Phần dưới

là phần hấp phụ: vật liệu tiếp xúc vòng xoắn kim loại theo một hoặc vài ba lớp. Hơi nước bão hòa được tuần hoàn trong tháp nhờ quạt gió 5.

Nước thải chảy theo lớp vật liệu tiếp xúc bằng các giá gỗ và đi ngược chiều với hơi nước tuần hoàn. Trong khi đó phần lớn phenol trong nước thải sẽ được bay theo hơi nước. Sau khi khử phenol, nước thải vẫn còn chứa các loại muối nên phải dẫn trở về xử lý ở tháp khử amoniac.

Hơi chứa phenol được quạt gió bơm xuống phần hấp thụ phía dưới của tháp khử phenol. Dung dịch kiềm 8-10% được chuẩn bị và chứa ở thùng 2 nhờ bơm 9 và role thời gian 10, theo chu kỳ được bơm lên và tưới vào lớp vật liệu tiếp xúc trên cùng của phần hấp phụ. Dung dịch kiềm cũng chạy ngược chiều với hơi nước tuần hoàn và thu hồi phenol từ hơi đó. Kết quả tạo thành dung dịch phenolat. Để tăng lượng dung dịch tắm ướt các vòng kim loại người ta dùng bơm 7 để tuần hoàn và tưới dung dịch phenolat vào lớp vòng xoắn kim loại dưới cùng. Như vậy hơi nước tuần hoàn trong tháp lần lượt tiếp xúc với dung dịch phenolat, dung dịch kiềm tinh khiết và được khử phenol rồi lại bay lên phần trên để tiếp xúc với nước thải. Để tránh cho kiềm bị bay đi người ta dẫn kiềm và tưới sơ bộ vào lớp vòng xoắn kim loại trên cùng với chiều cao nhỏ nhất.

Sản phẩm phenolat thu được sẽ chảy liên tục vào thùng và bơm về kho chứa nhờ bơm 8.

Áp suất hơi nước trong tháp luôn luôn được giữ ở khoảng 100mmHg bằng cách bơm một phần nhỏ hơi nước qua thiết bị đun nóng 11.

Như vậy trong tháp khử phenol diễn ra hai quá trình ở hai phần: khử phenol bằng hơi nước và thu hồi phenol từ hơi nước bằng kiềm để tạo thành phenolat.

Sự hoạt động của tháp khử phenol liên quan tới tháp khử amoniac. Đầu tiên khử amoniac ở phần bay hơi của tháp khử amoniac rồi sau đó nước mới bơm vào tháp khử phenol.

Hiệu suất khử phenol trong nước thải nhà máy hóa cốc có thể đạt tới 85%. Nồng độ phenol còn lại trong nước thải sau khi xử lý không quá 0,2g/l. Ở các nước hiệu suất các trạm xử lý khử phenol thường là 92-93%, đôi khi đạt tới 94-98%.

8.3.3. Xác định các thông số công nghệ

8.3.3.1. Lưu lượng hơi nước tuần hoàn cần thiết

Lượng này có thể xác định theo công thức:

$$V = 1565 \frac{C_1(100 - E)}{KC_1 - C_2} \quad (8.9)$$

trong đó V - lưu lượng cần thiết của hơi bão hòa khô, m^3/m^3 nước thải; C_1 - nồng độ phenol trong nước thải trước khi vào tháp khử phenol, kg/m^3 ; C_2 - nồng độ phenol trong hơi dẫn vào khử phenol, kg/m^3 ngưng tụ hơi; E - mức phân bố phenol trong hơi và trong nước; 1565 - thể tích đơn vị của 1 tấn hơi bão hòa khô ở nhiệt độ $102^\circ C$, m^3 .

Trong thực tế người ta chọn lưu lượng hơi nước lớn hơn so với tính toán và thường chọn $V = 1400 - 2000 m^3 / 1 m^3$ nước thải.

8.3.3.2. Chế độ nhiệt - áp suất

- Nhiệt độ tháp khử phenol của nước phải không dưới $100 - 102^\circ C$.
- Nhiệt độ hơi nước tuần hoàn $102 - 103^\circ C$.
- Nhiệt độ dung dịch kiềm tinh khiết $102 - 103^\circ C$, song thực tế khó đạt được vì cấu tạo của tháp và chế độ bơm theo chu kỳ nên kiềm bị nguội đi trong đường ống.

- Nhiệt độ dung dịch của phenolat tuần hoàn tùy thuộc vào nồng độ phenolat trong đó, phải giữ trong khoảng $105 - 115^\circ C$.

Áp suất dư trong tháp khử phenol không được quá $200 mmHg$. Áp suất này ứng với áp suất công tác cho phép trong tháp và tổn thất thủy lực ở các van khóa trên ống dẫn. Để tránh tạo chân không, áp suất trong tháp không được dưới $50 mmHg$.

8.3.3.3. Lưu lượng dung dịch phenolat tuần hoàn

Thường chọn bằng $5 m^3 / 1 m^2$ tiết diện tháp trong 1 h.

Lượng kiềm tinh khiết dẫn vào thường ở dạng dung dịch $6 - 10\%$, tùy thuộc lượng nước thải. Nồng độ phenol trong đó được xác định theo phản ứng (8.8). Ngoài ra còn phải chi phí một lượng kiềm nữa để khắc phục hiện tượng thủy phân phenolat và khử các tạp chất khác như H_2S , CO_2 ... Như vậy lượng kiềm chi phí cho việc thu hồi $1 kg$ phenol có thể chọn như sau:

- tính theo phản ứng (8.8): $0,4 kg$;
 - để khắc phục hiện tượng thủy phân: $0,4 kg$;
 - khử các tạp chất liên kết axit: $0,08 kg$.
- Tổng cộng là: $0,88 kg / 1 kg$ phenol được thu hồi.

8.3.3.4. Dung dịch phenolat thu được

Dung dịch này là dung dịch nước và bao gồm:

- các loại phenol tính chuyển từ phenolat $15 - 18\%$;
- $NaOH$: liên kết với phenol $6 - 7\%$, tự do $5 - 7\%$;
- lượng natri sunfit nhỏ hơn 1% ;
- lượng natri cacbonat nhỏ hơn 1% ;

- các muối natri khác với một lượng nhỏ, các loại phenol tách từ phenolat gồm 60% là phenol và 35% là crezol và xilen.

Để tách các loại phenol khỏi dung dịch phenolat và thu hồi phenol tinh khiết người ta phải thực hiện nhiều công đoạn.

8.3.4. Cấu tạo của tháp khử phenol và các thiết bị của trạm xử lý nước thải bằng hơi tuần hoàn

8.3.4.1. Tháp khử phenol

Tháp là một thiết bị hình trụ đứng bằng thép: tháp gồm hai phần được ngăn cách bằng sàn ngăn với các ống hơi tuần hoàn đi qua. Phần trên là phần khử hấp phụ, trong đó xếp các giát bằng gỗ. Mỗi giát gồm 25 thanh gỗ. Mỗi thanh gỗ dày 10mm cao 120mm. Các thanh gỗ đặt cách nhau 19mm. Đường kính tương đương của tiết diện mỗi thanh 38mm. Ở tâm tháp phía trên các giát gỗ đặt vòi phun kiểu đĩa tròn để phân phối nước thải. Để tránh hiện tượng các giọt nước thải bị hơi kéo đi, trên nóc tháp có nắp dầy và đặt một giát gồm một số vòng gỗ mỏng ở phía trên vòi phun. Phần dưới tháp là phần hấp phụ để thu hồi phenol từ hơi nước bằng các dung dịch kiềm phenolat. Ở phần này đặt một số lớp vật liệu tiếp xúc bằng các vòng xoắn kim loại. Mỗi lớp cao tới 3,8m. Các vòng xoắn được chế tạo từ các băng thép cuộn. Chiều dày của băng 0,4mm rộng 9,4mm. Mỗi vòng xoắn đó có đường kính 19mm và bước 27mm; diện tích tiếp xúc của các vòng xoắn là $130\text{m}^2/\text{m}^3$ với khối lượng thể tích là $200\text{kg}/\text{m}^3$. Phía trên lớp vòng xoắn, trên cùng có hệ thống tưới dung dịch kiềm tinh khiết. Trên hệ thống tưới còn lớp vòng xoắn kim loại cao 0,3 - 0,5m. Trên các lớp vòng xoắn trung gian cũng đặt các hệ thống tưới dung dịch kiềm phenolat. Các lớp vòng xoắn tức là các lớp hấp thụ được ngăn cách bằng các sàn với các ống thông để hơi tuần hoàn cũng như các dung dịch kiềm phenolat đi qua. Dưới đáy tháp có thể chứa dung dịch phenolat, từ đó chảy đi ở dạng sản phẩm thu hồi.

Trong bể chứa dưới đáy tháp còn đặt các thiết bị đun nóng (kiểu ống) bằng hơi khô. Bề mặt tiếp xúc của thiết bị đun nóng là $12 - 22\text{m}^2$.

Các tháp khử phenol thường được thiết kế và chế tạo với các chỉ tiêu sau:

- đường kính 3,8 - 5m;
- chiều cao 30 - 45m;
- diện tích công tác của lớp vật liệu tiếp xúc:
 - giát gỗ $4800 - 11100\text{m}^2$;
 - vòng xoắn kim loại $12\ 600 - 28\ 400\text{m}^2$;
- trọng lượng toàn bộ tháp: 79,7 - 172 tấn;
- số lớp ở phần hấp thụ: 2 - 3.

Mặt ngoài của tháp phải có lớp vật liệu cách nhiệt. Các thiết bị tưới dung dịch kiềm tinh khiết và kiềm phenolat thường là vòi phun dạng "tuôcbin" quay để phân phối đều dung dịch theo mặt cắt ngang của tháp.

Để phân dung dịch kiềm bán vào thành tháp lại tưới trở về các lớp hấp thụ người ta hàn thêm các vành nón.

8.3.4.2. Quạt gió để tuần hoàn hơi nước

Là loại quạt đặc biệt có lưu lượng $60\,000\text{m}^3/\text{h}$ với áp lực tĩnh 250mm cột nước. Công suất toàn trạm 70kW . Ngoài thân quạt được bảo ôn.

8.3.4.3. Lưới lọc

Lưới lọc bằng kim loại căng trên khung thép (dạng cái cốc) được đặt trên các ống dẫn máy bơm dung dịch kiềm tinh khiết và kiềm phenolat để giữ lại các tạp chất. Lưới lọc có lỗ 1mm^2 . Ngoài ra còn các thùng chứa dung dịch kiềm tinh khiết, dung dịch phenolat và các máy bơm tương ứng. Các tháp khử phenol còn được trang bị các nhiệt kế, áp kế, rơle thời gian, các thiết bị đo lưu lượng và các thiết bị tự động đo kiểm tra khác.

8.3.5. Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của trạm xử lý nước thải bằng hơi tuần hoàn

Ở đây chủ yếu là chi phí về kiềm (kể cả kiềm để khử phenol trong dầu mỡ) tới 30% tổng chi phí. Chi phí về điện năng khoảng 40%, lương công nhân phục vụ 6%, còn lại chi phí cho việc khấu hao sửa chữa.

Đối với trạm có lượng nước thải khoảng $30\text{m}^3/\text{h}$ nồng độ phenol trong nước trước khi xử lý 2g/l và sau xử lý là $0,2\text{g/l}$ thì giá thành sản phẩm phenolat thu được sẽ bù đắp được cho chi phí xử lý nước thải.

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP TUYỂN NỔI

9.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI QUÁ TRÌNH TUYỂN NỔI

9.1.1. Khái niệm chung

Quá trình tuyển nổi là quá trình hóa lý phức tạp. Trong nước các phần tử có bề mặt kỵ nước sẽ có khả năng dính kết vào các bọt khí. Khi các bọt khí và các phần tử phân tán cùng vận động trong nước thì các phần tử đó sẽ tập trung trên bề mặt các bọt khí và nổi lên. Những phần tử nào không có khả năng dính kết vào bọt khí thì sẽ còn lại trong nước. Tiếp theo người ta tách các bọt khí cùng các phần tử dính vào đó khỏi mặt nước.

Phương pháp tuyển nổi được phổ biến rộng rãi trong việc luyện kim, thu hồi khoáng sản quý cũng như trong lĩnh vực xử lý nước thải.

Những qui luật quá trình tuyển khoáng cũng có thể sử dụng trong thực tế xử lý nước thải. Tuy nhiên phải tính tới những đặc điểm về thành phần tính chất nước thải. Ngoài ra, mục tiêu của quá trình tuyển nổi ở mỗi lĩnh vực hoàn toàn khác nhau. Trong quá trình tuyển khoáng, nhiệm vụ là tách các khoáng sản riêng rẽ với nhau. Trong khi đó nhiệm vụ của việc xử lý nước thải là tách hoàn toàn các chất không tan, một số loại keo và tan khỏi nước.

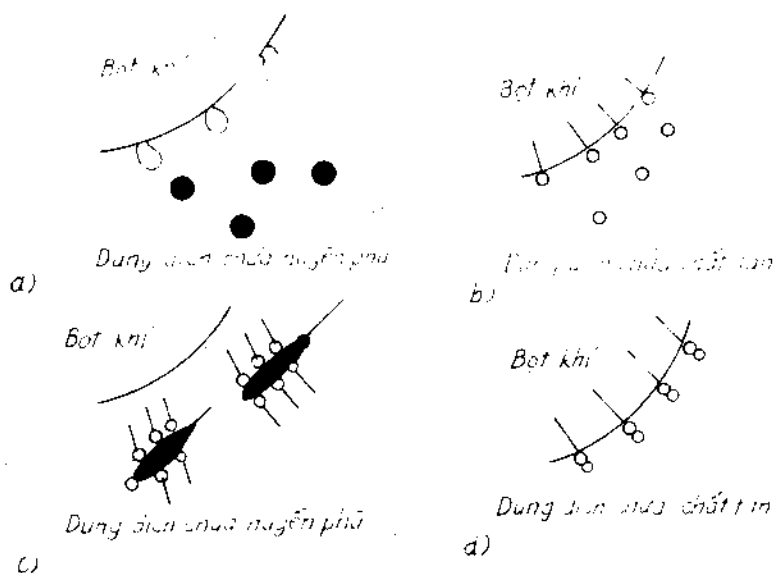
9.1.2. Phân loại các quá trình tuyển nổi

Tùy thuộc tỷ lệ về lượng chất bẩn, mục tiêu, chất chính cần khử, trong lĩnh vực xử lý nước thải người ta phân biệt những dạng tuyển nổi sau: tuyển nổi bọt, tuyển nổi ion hoặc phân tử.

a) *Tuyển nổi bọt* được sử dụng rộng rãi nhất và cũng theo nghĩa bao trùm nhất (h.9.1a, b, c, d). Trong quá trình này các bọt khí được phân tán vào nước, các phần tử có khả năng tuyển nổi sẽ bám dính vào các bọt khí rồi được các bọt khí kéo lên và tạo một lớp bọt ở mặt nước. Lớp bọt này hình thành là nhờ có chất tạo bọt và được gạt hoặc tự tràn qua máng khỏi mặt nước. Các phần tử dính vào bọt khí chủ yếu là các chất bẩn không tan, có một ít chất ở dạng keo và tan trong nước thải.

b) *Tuyển nổi các ion và phân tử* là một phương pháp mới để tách các chất tan khỏi nước, và được sử dụng trong những năm gần đây. Cơ sở của tuyển nổi

ion và phân tử là bốn quá trình cùng loại như sau (h.9.2): phân chia bọt; tuyển nổi màng hay tuyển nổi ion; tuyển nổi trích ly và tách các phân đoạn bằng bọt khí. Trong tất cả bốn quá trình này không khí đều được thổi vào dung dịch chứa chất tan. Những bọt khí nổi lên sẽ hấp phụ phần tử của chất bẩn (hòa tan) cùng với chất tập hợp (hoạt tính bề mặt) và vận chuyển chúng lên bề mặt dung dịch. Những quá trình này chỉ khác nhau ở các biện pháp tách các sản phẩm tập trung ở bề mặt bọt khí.



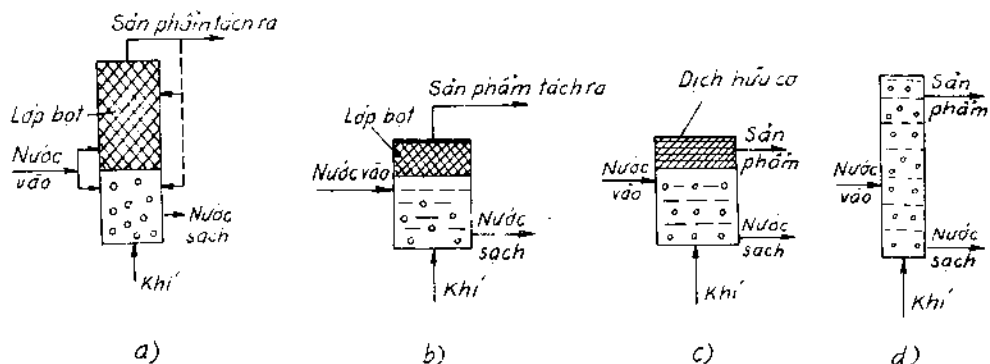
Hình 9.1. Sơ đồ minh họa tuyển nổi khoáng ion và phân tử:

a- các hạt khoáng có khả năng tuyển nổi tập hợp ở bề mặt bọt khí, còn các hạt không có khả năng tuyển nổi sẽ ở lại dung dịch; b- những chất hoạt tính bề mặt tập trung trên bề mặt bọt khí, còn những chất không có hoạt tính bề mặt ở lại dung dịch; c- trên bề mặt bọt khí tập trung những hạt khoáng bị bao bọc trong những chất tập hợp; d- trên bề mặt bọt khí tập trung những ion và những phân tử chất cần tách khỏi nước cùng với chất tập hợp và chất hoạt tính bề mặt

Trong quá trình phân chia bọt (h.9.2a), các bọt khí nổi lên sẽ tạo ra lớp bọt khá bền vững trong đó chứa cả ion hoặc phân tử chất bẩn cùng với chất tập hợp. Lớp bọt thường tự trần khỏi thiết bị và sau khi tắt sẽ tạo thành lớp sản phẩm ở trên.

Tuyển nổi ion (h.9.2b) rất gần với quá trình phân chia bọt. Ở trường hợp này tạo thành một lớp bọt thấp và không bền vững. Sau khi phá hủy sẽ hình thành màng - một sản phẩm kỵ nước, khó hòa tan và chứa chất bẩn, màng này sẽ được tách đi nhờ thiết bị cơ khí.

Tuyển nổi ion được dùng để tách những ion bằng những ion hoạt tính đặc biệt. Vì nó tạo ra màng nên có thể gọi là tuyển nổi màng.



Hình 9.2. Sơ đồ tuyển nổi ion và phân tử:

a- phân chia bọt; b- tuyển nổi ion (màng); c- tuyển nổi trích ly; d- tách phân đoạn bằng bọt khí

Trong thực tế diễn ra nhiều quá trình trung gian giữa phân chia bọt và tuyển nổi màng.

Tuyển nổi trích ly (h.9.2c) khác hai quá trình trên ở chỗ sản phẩm tạo thành trên bề mặt dung dịch là một lớp chất lỏng hữu cơ (dày 5-10mm) không tan trong nước.

Trong quá trình tách phân đoạn bằng bọt khí (h.9.2d), khí bị phá hủy ngay trên bề mặt nước, tức là bọt khí chỉ làm nhiệm vụ vận chuyển chất bẩn (cần tách ra) từ dưới lên trên mặt nước. Mặt khác do quá trình khuếch tán, khuấy trộn nước do sự chuyển động bọt khí, sẽ có xu hướng làm đồng đều chất bẩn trong bể. Kết quả tạo ra một gradien nồng độ chất bẩn theo chiều cao. Tách phần trên của lớp nước với nồng độ chất bẩn đậm đặc khỏi phần dưới với nồng độ loãng sẽ cho phép sử dụng tốt gradien nồng độ này.

Ngoài ra còn một phương án tuyển nổi nữa. Đó là quá trình tuyển nổi với chất vận chuyển. Thực chất của quá trình này là: sơ bộ dùng chất vận chuyển "khuẩn vác" (là các loại chất trao đổi ion hoặc hấp phụ, than hoạt tính,...) tiếp theo là tuyển nổi những chất khuẩn vác chất bẩn lên mặt nước.

Trên đây ta thấy sự giống nhau và khác nhau giữa tuyển nổi các hạt huyền phù không tan trong nước với tuyển nổi ion hoặc phân tử. Trong cả hai trường hợp người ta đều tách các chất bẩn ra khỏi nước nhờ khả năng tập trung của chúng lên bề mặt bọt khí. Sự khác nhau cơ bản là mức độ phân tán của các phân tử chất bẩn. Đối với hạt huyền phù ta nói về mức độ kỵ nước và sự dính bám của chúng vào bọt khí. Đối với các ion và phân tử thì nói về độ hoạt tính bề mặt và độ hấp phụ của chúng trên biên giới khí - nước. Đương nhiên đây chỉ là sự khác nhau tương đối và qui ước.

Như vậy khi xử lý nước thải, tuyển nổi có thể thực hiện trong một hệ di

thể phức tạp là một hệ gồm hai hoặc nhiều pha. Cũng có thể thực hiện trong một hệ đơn giản gồm một pha. Ở trường hợp đầu chủ yếu tách các chất bẩn không tan và keo với một lượng nhỏ hệ chất tan cao phân tử, chất hoạt tính bề mặt. Còn ở các trường hợp sau thì chủ yếu tách các nhóm phân tử chất hoạt tính bề mặt khỏi nước thải.

Khi nước thải có thành phần hóa lý phức tạp, tùy thuộc nồng độ chất bẩn không tan với các chất tan có khả năng tuyển nổi mà ta có thể sử dụng một trong những loại tuyển nổi trên đây.

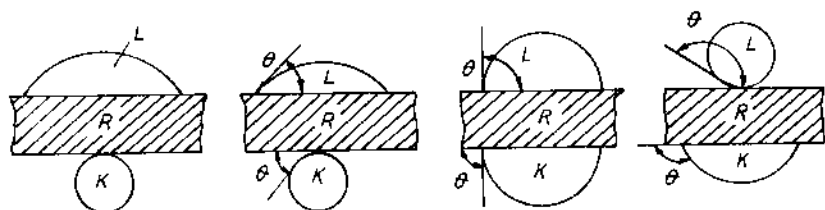
Trong tuyển khoáng người ta không muốn tạo thành lớp bọt bền vững để tiện cho các công đoạn khác. Trong khi đó đối với xử lý nước thải ta lại muốn tạo ra lớp bọt bền vững để cặn và chất bẩn giữ lại ở đó không cho rơi lại vào nước.

9.2. CƠ SỞ HÓA LÝ CỦA QUÁ TRÌNH TUYỂN NỔI

Thực chất của quá trình tuyển nổi là dính kết phân tử của chất bẩn với bề mặt phân chia giữa khí và nước. Sự dính kết diễn ra được là do có năng lượng tự do trên bề mặt phân chia đó, và nhờ hiện tượng bề mặt đặc biệt gọi là hiện tượng thấm ướt. Hiện tượng này xuất hiện ở những nơi tiếp xúc giữa ba pha (lỏng - khí - rắn), tức là xuất hiện theo chu vi thấm ướt.

a) Trong nước các phần tử chất bẩn chỉ dính bám vào bề mặt bọt khí khi chúng không hoặc kém bị thấm ướt đối với nước. Khả năng thấm ướt một số chất lỏng nổi chung tùy thuộc vào độ phân cực của nó. Độ phân cực của chất lỏng càng cao thì nó càng khó thấm ướt đối với vật rắn. Nước có thể thấm ướt tất cả các vật trừ một số mỡ hữu cơ.

Khả năng thấm ướt của chất lỏng được đánh giá bằng giá trị của sức căng bề mặt của nó tại biên giới phân chia khí - lỏng, đồng thời bằng sự phân cực ở biên giới lỏng - rắn. Sức căng bề mặt của chất lỏng và hiệu phân cực càng nhỏ thì vật rắn càng dễ bị thấm ướt.



Hình 9.3. Những trường hợp thấm ướt: R - rắn; K - khí; L - lỏng

Mức độ thấm ướt chất lỏng đối với vật rắn (khi thấm ướt không hoàn toàn) được biểu thị bằng đại lượng gọi là góc thấm ướt biên θ tính từ phía pha lỏng (h.9.3).

Góc này được đo bằng giọt nước rõ trên bề mặt vật rắn khô hoặc bằng bọt không khí dính vào bề mặt vật rắn dưới giọt nước.

Khi chất lỏng dính vào bọt khí thì năng lượng bề mặt tự do sẽ thay đổi theo phương trình:

$$W = \sigma_{1-2}(1 - \cos\theta), \quad (9.1)$$

σ_{1-2} - năng lượng bề mặt ở biên giới phân chia nước và không khí.

Đại lượng $(1 - \cos\theta) = F$ gọi là độ tuyến nổi. Đối với những hạt ưa nước $\theta = 0$; $\cos\theta = +1$ thì $F = 0$. Đối với những hạt kỵ nước $\theta = 180^\circ$, $\cos\theta = -1$ thì F đạt giá trị tối đa: $F = 2\sigma_{1-2}$. Sự tương tác các hạt rắn với nước, giữa hạt với oxi hòa tan trong nước sẽ ảnh hưởng tới độ thấm ướt (tức là tới sự dính kết của bọt khí với hạt rắn). Sự tương tác với oxi có thể làm tăng độ thấm ướt do tạo thành lớp oxit, còn sự tương tác lưỡng cực của nước sẽ tạo ra một màng hidrat hóa (dày tới $0,1 \mu\text{m}$), nên sẽ làm tăng độ thấm ướt ngăn cản sự dính bám của bọt khí.

Có thể tạo thành các màng hidrat khi năng lượng liên kết giữa các cực của nước với nhau nhỏ hơn năng lượng liên kết giữa các cực của nước với bề mặt hạt rắn. Các màng hidrat rất mỏng ($0 - 400 \text{ \AA}$) thì không cản trở sự dính kết của bọt khí.

Như vậy sự thấm ướt là do tính chất của chất lỏng quyết định và phụ thuộc vào tính chất của chất rắn.

Đối với nước, chất rắn có thể chia thành các chất kỵ nước, ưa nước hay ở vị trí trung gian.

Những chất kỵ nước là những chất có cấu tạo phân tử theo kiểu không phân cực và do đó không có khả năng hidrat hóa. Chúng có độ thấm ướt nhỏ nhất và do đó dễ tuyến nổi nhất. Hạt càng khó hidrat hóa thì màng hidrat càng dễ vỡ ra khi hạt đến gần bọt không khí, và do đó dễ dính vào bọt khí (vì ở trạng thái đó năng lượng tự do của hạt đạt giá trị nhỏ nhất). Những chất ưa nước cấu tạo theo kiểu phân cực thì rất dễ hidrat hóa trong nước nên rất dễ bị thấm ướt và không thể tuyến nổi được.

Những chất có cấu tạo phân tử kiểu dị cực (một đầu phân cực, một đầu không phân cực) thì phía nhóm phân cực sẽ có khả năng bị hidrat hóa, còn phía các nhóm hidrocarbon sẽ kỵ nước và có thể dính vào các bọt khí. Những chất như vậy đóng vai trò quan trọng trong việc tuyến nổi.

Đối với các hạt ưa nước, để có thể tuyến nổi được người ta tạo cho chúng

tính kỵ nước. Muốn vậy người ta cho vào nước chất tập hợp tức là chất hoạt tính bề mặt với các phân tử phân cực và không phân cực. Những chất này sẽ hấp phụ trên bề mặt của hạt kỵ nước. Các nhóm hidrocarbon kỵ nước sẽ quay ra phía môi trường xung quanh tạo thành lớp hấp phụ và do đó làm hạt trở thành kỵ nước, tạo điều kiện tốt cho quá trình tuyển nổi.

Trong thực tế tuyển nổi, các chất tập hợp phổ biến nhất được phân ra theo cấu tạo của các nhóm ưa nước của chúng:

- dầu mỡ và hỗn hợp các sản phẩm chế biến từ dầu, than đá, gỗ (dầu lửa keroxin, dầu mazut, nhựa,...);
- axit với các gốc hidrocarbon (axit béo và muối của chúng natri olenat, axit naphtenoic, axit oleic, axit stearic, axit palminoic);
- Các hợp chất chứa lưu huỳnh hóa trị hai ở phần phân cực (mecaptan, xantozen, ditiocacbonat, tritiocacbonat, ditiophotphat,...);
- các hợp chất chứa anion của axit sunfuric ở phần có cực (ankylsunfat, ankylsunfonat,...);
- các hợp chất chứa nitơ hay photpho ở nhóm phân cực (amin, muối amon, etanolamin, muối piridin,...);

Có thể tăng độ kỵ nước và độ tuyển nổi của các chất bằng nhiều cách khác nữa. Chẳng hạn, bằng cách hấp phụ phân tử khí hòa tan lên bề mặt của các hạt rắn. Việc hấp phụ như vậy ở mức độ nào đó sẽ giảm được độ hydrat hóa của các chất rắn. Song màng hidrat lại mất khả năng hòa tan và độ phân cực của nước sẽ càng tăng lên. Kết quả là phân tử khí rất khó khuếch tán tới bề mặt các hạt đã bị hydrat hóa.

b) Vấn đề tạo bọt khí và ổn định bọt khí. Việc tạo bọt khí có những kích thước nhất định và ổn định các bọt khí đó có ý nghĩa rất lớn đối với quá trình tuyển nổi.

Độ tuyển nổi phụ thuộc vào kích thước bọt khí. Tổng bề mặt của các bọt khí càng lớn nghĩa là diện tích tiếp xúc giữa chúng với các hạt chất bẩn càng lớn thì quá trình tuyển nổi diễn ra càng tốt, hiệu suất tuyển nổi càng cao.

Cùng một thể tích không khí trong một đơn vị thể tích nước nhưng nếu kích thước các bọt khí tồn tại khác nhau thì tổng bề mặt của chúng sẽ khác nhau. Nếu các bọt khí có kích thước lớn thì tổng bề mặt của chúng sẽ nhỏ hơn và hiệu suất tuyển nổi sẽ thấp hơn so với khi tạo ra các bọt khí có kích thước nhỏ hơn.

Kích thước các bọt khí tùy thuộc sức căng bề mặt ở biên giới phân chia nước - khí (σ_{1-2}) và được xác định theo công thức:

$$r = \frac{2\sigma_{1-2}}{p}, \quad (9.2)$$

trong đó r - bán kính bọt không khí, cm; p - áp suất mao dẫn trong bọt khí.

Như vậy khi tuyển nổi nước thải với sức căng bề mặt (ở biên giới phân chia nước - không khí) càng thấp, chẳng hạn, nước thải chứa chất hoạt tính bề mặt - chất tạo bọt, thì tạo được các bọt khí nhỏ. Những chất tạo bọt sẽ hấp phụ trên bề mặt biên giới phân chia nước - không khí, trong đó phần phân cực của những chất này sẽ phản ứng với các phân tử nước, còn phần không phân cực sẽ hướng về pha khí. Kết quả làm giảm sức căng bề mặt ở biên giới phân chia nước - không khí, làm giảm năng lượng bề mặt và do đó làm ổn định các bọt khí, đồng thời tạo điều kiện tốt cho quá trình dính bám của các hạt chất rắn vào bọt khí.

Có nhiều chất hoạt tính bề mặt vừa có tính tập hợp vừa có tính tạo bọt. Trong nước thải có nhiều chất hoạt hóa hoặc cũng có nhiều chất khử quá trình tuyển nổi.

9.3. KỸ THUẬT TUYỂN NỔI

Như trên đã nói, người ta phân biệt hai loại tuyển nổi: tuyển nổi bọt và tuyển nổi ion.

Tuyển nổi bọt để thu hồi các chất lơ lửng không tan và một số chất keo hoặc hòa tan trong nước. Còn tuyển nổi ion chủ yếu thu hồi các chất keo và tan trong nước thải. Do chức năng của từng loại tuyển nổi khác nhau cho nên chế độ công nghệ và cấu tạo các thiết bị, công trình ứng với từng loại tuyển nổi sẽ có những đặc điểm riêng. Tuy nhiên trong điều kiện hiện thực cũng khó phân biệt hoàn toàn các loại tuyển nổi đó vì các quá trình đều có thể đồng thời diễn ra.

Trong thực tế các trạm tuyển chỉ khác nhau về cấu tạo thiết bị tuyển nổi và biện pháp tách bọt khỏi nước.

Sự khác nhau cơ bản của các trạm tuyển nổi là biện pháp bão hòa các bọt không khí với kích thước cần thiết trong nước. Vì vậy người ta phân biệt các biện pháp tuyển nổi để xử lý nước thải như sau:

- tuyển nổi với tách các bọt khí từ dung dịch: các trạm tuyển nổi chân không, không áp lực, có áp lực và bơm hỗn hợp khí nước;
- tuyển nổi với phân tán không khí bằng cơ giới kiểu hướng trục;
- tuyển nổi với không khí nén qua tấm xốp, ống có lỗ;
- tuyển nổi điện, tuyển nổi sinh học và hóa học.

9.3.1. Tuyển nổi với tách không khí từ nước

Biện pháp này được sử dụng rộng rãi với nước thải chứa các chất bẩn nhỏ vì nó cho phép tạo bọt khí rất nhỏ. Thực chất của biện pháp này là tạo ra một

dung dịch quá bão hòa không khí. Sau đó không khí được tách ra khỏi dung dịch ở dạng các bọt cực nhỏ và kéo các chất bẩn lên mặt nước.

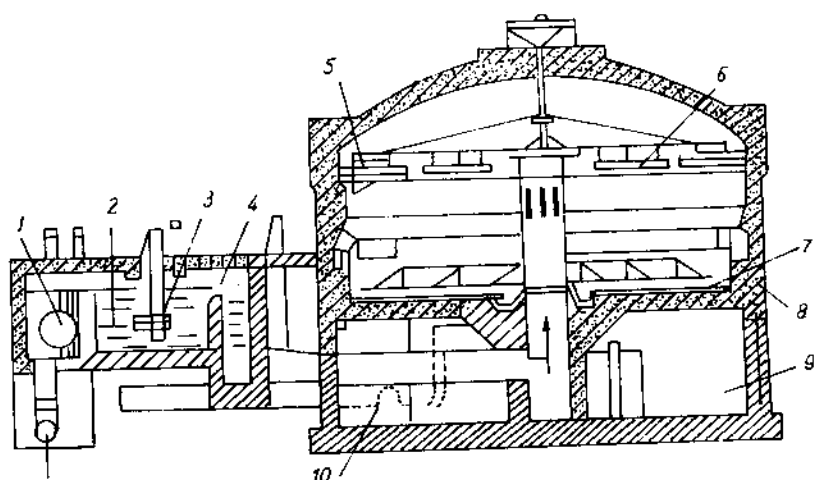
Theo cách bão hòa không khí trong nước người ta phân biệt: tuyển nổi chân không; tuyển nổi không áp; có áp hoặc bơm hỗn hợp khí - nước.

9.3.1.1. Tuyển nổi chân không (h.9.4)

Ưu điểm của biện pháp tuyển nổi chân không là các quá trình (tạo bọt khí, dính kết giữa các bọt khí với các chất bẩn, nổi lên của hỗn hợp bọt khí - chất bẩn) đều diễn ra ở trạng thái môi trường tĩnh cho nên hiệu suất tuyển nổi cao, tốn ít năng lượng cho cả quá trình tuyển nổi.

Biện pháp này có nhược điểm là mức độ bão hòa các bọt khí trong nước thấp nên chỉ sử dụng với các loại nước thải có nồng độ chất bẩn không tan khá cao (trên 250-300 mg/l).

Nhược điểm nữa là phải xây dựng lắp ráp các thùng chân không rất kín với các thiết bị gạt cơ giới bên trong. Do đó về cấu tạo và quản lý gặp nhiều khó khăn. Bất kỳ sửa chữa dù nhỏ nào cũng không thực hiện được nếu không ngừng làm việc toàn trạm.



Hình 9.4. Sơ đồ tuyển nổi chân không:

- 1- điều chỉnh nước vào; 2- ngăn làm thoáng tạo bọt; 3- thiết bị thổi khí; 4- thiết bị khử khí;
5- máng thu cặn tuyển nổi; 6- thanh gạt bọt; 7- thanh gạt cặn đáy; 8- máng thu nước sạch;
9- ngăn thiết bị kỹ thuật; 10- ngăn chứa cặn bọt

Hình 9.4 là sơ đồ tuyển nổi kín đường kính 10,5m, cao 3,6m (chiều cao lớp nước trong đó 3,1m) với sàn vòm, phía dưới bể là các ống công nghệ.

Hỗn hợp khí nước được bơm vào ngăn làm thoáng và từ đó nước thải dẫn qua ngăn sau để tách không khí chưa kịp hòa tan. Tiếp theo là do sự chênh

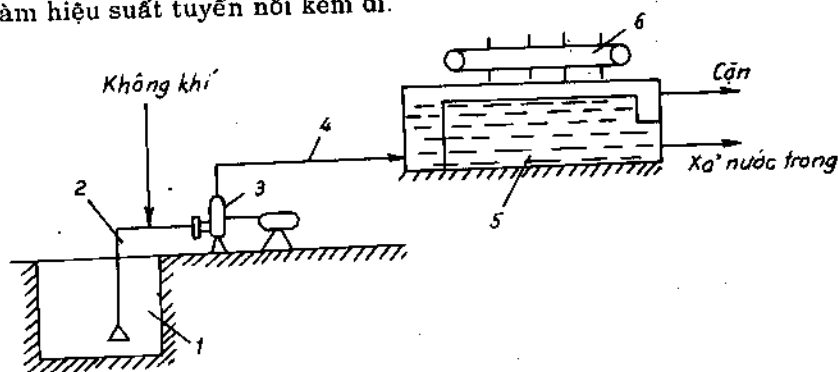
lệch áp suất nên nước được dẫn vào ngăn tuyến nổi. Ở đó nhờ áp suất chân không, không khí (trước đây tan trong nước ở áp suất khí quyển) được hình thành ở dạng các bọt cực nhỏ và kéo theo các chất bẩn nổi lên. Bọt cùng với các chất bẩn nhờ hệ thống thanh gạt được gạt vào máng dẫn tới bể chứa. Ngoài ra trong ngăn tuyến nổi chân không còn có hệ thống thanh gạt ở đáy bể để gạt cặn lắng xuống. Nước trong qua hệ thống máng tôn xung quanh được dẫn đi để xử lý tiếp tục.

Áp suất chân không trong ngăn tuyến nổi chừng 225-300mm Hg và được tạo ra ban đầu nhờ bơm chân không. Bơm này tiếp đó có thể làm việc liên tục hoặc gián đoạn để đẩy lượng khí tách ra trong ngăn tuyến nổi. Để nước trong ngăn tuyến nổi với áp suất chân không có thể chảy ra công trình ngoài (với áp suất khí quyển) thì cốt địa hình chênh lệch giữa mực nước trong và ngoài phải lớn hơn áp suất chân không bên trong. Cốt chênh lệch đó nên khoảng từ 8 - 10 m cột nước, nếu không phải dùng bơm hút nước đi. Đây cũng là một hạn chế đối với trạm tuyến nổi chân không. Thời gian nước lưu lại trong ngăn tuyến nổi khoảng 20ph, lưu lượng bề mặt $220 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ ngđ}$.

9.3.1.2. Tuyến nổi không áp lực (h.9.5)

Không khí được dẫn vào ống hút máy bơm từ máy nén khí hoặc êzectơ. Hỗn hợp khí - nước được tạo thành trong máy bơm và được đẩy vào bể hồ - kiểu bể lắng ngang. Ở đó bọt không khí được nổi lên mặt nước và kéo theo các tạp chất bẩn. Nước trong và bọt với các chất bẩn dẫn đi riêng biệt.

Nhược điểm chủ yếu của biện pháp tuyến nổi không áp này là khó điều chỉnh lượng không khí do đó chế độ công tác của trạm không ổn định. Chẳng hạn, chỉ tăng lượng không khí lên một chút (10%) so với tính toán đã làm chế độ công tác bình thường của máy bơm bị phá hủy. Nếu giảm lượng không khí thì lại làm hiệu suất tuyến nổi kém đi.



Hình 9.5. Tuyến nổi không áp lực:

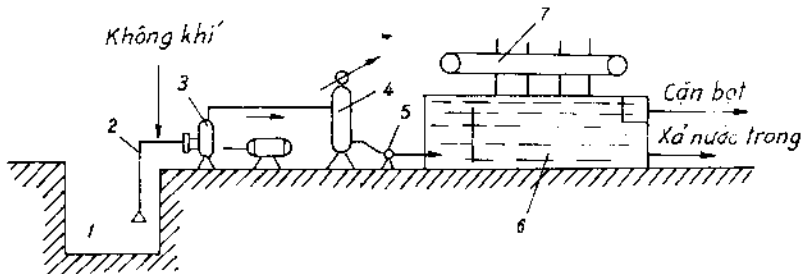
1- bể chứa; 2- ống hút máy bơm; 3- máy bơm; 4- ống đẩy máy bơm; 5- ngăn tuyến nổi; 6- thanh gạt

Nhược điểm nữa là bánh xe công tác của máy bơm chỉ tạo được các bọt khí tương đối lớn nên hiệu suất tuyển nổi không cao. Nhất là đối với các hạt chất bẩn nhỏ.

9.3.1.3. Tuyển nổi áp lực (h.9.6)

Biện pháp này tuy không kinh tế bằng biện pháp tuyển nổi chân không hay không áp, nhưng nó cho phép điều chỉnh độ bão hòa trong một khoảng rộng hơn với hiệu suất mong muốn. Biện pháp này cho phép xử lý nước thải với nồng độ tạp chất lơ lửng tới 4-5 g/l và hơn nữa. Nước đi từ bể chứa được bơm hút vào và đẩy lên thùng áp lực rồi vào ngăn tuyển nổi hồ. Không khí cũng được dẫn vào ống hút của máy bơm từ máy nén khí hoặc êzectơ. Khi qua thùng áp lực do áp suất tăng lên không khí hòa tan nhiều trong nước. Dung tích thùng áp lực được tính với thời gian cần thiết để bão hòa không khí (0,5 - 5ph). Nếu bơm đặt xa ngăn tuyển nổi (thường đối với các công trình có lưu lượng lớn) thì thời gian cần thiết để bão hòa không khí trong nước có thể thực hiện ngay trong ống dẫn của máy bơm nên có thể đặt thùng áp lực với dung tích nhỏ hơn hoặc không cần lắp đặt thùng áp lực.

Áp lực của máy bơm có thể đạt được từ 1,5 - 4 at, thông thường từ 2-3 at. Với áp suất đó và ở nhiệt độ 20 - 25°C có thể hòa tan 20 - 30 l không khí trong 1 m³ nước thải.



Hình 9.6. Sơ đồ tuyển nổi áp lực:

1- bể chứa; 2- ống hút; 3- máy bơm; 4- thùng áp lực; 5- van điều chỉnh áp lực;
6- ngăn tuyển nổi; 7- thanh gạt

Kích thước bọt không khí tách ra từ nước bão hòa không khí được xác định theo công thức:

$$R_{\min} = \frac{2\sigma_{1-2}}{P - P_1} \quad (9.3)$$

hoặc

$$R_{\min} = \frac{2\sigma_{1-2}}{H(C - C_1)} \quad (9.4)$$

trong đó H - hằng số Henri; $C - C_1$ - lượng khí quá bão hòa trong nước; P - áp suất bọt khí với nồng độ C ; P_1 - áp suất môi trường ngoài bọt khí với nồng độ C_1 ; $P - P_1$ độ chênh áp lực.

Độ hòa tan x của không khí trong nước ở thời điểm quá bão hòa được biểu thị bằng công thức:

$$x = p \cdot b (1 - e^{-kt}), \quad (9.5)$$

trong đó x - nồng độ khí trong nước, mg/l; b - nồng độ khí trong nước ứng với lúc bão hòa hoàn toàn f (ở nhiệt độ cho trước và áp suất khí quyển), mg/l; p - áp suất khí thực hiện bão hòa, at; t - thời gian bão hòa, ph; k - hệ số tỷ lệ là hằng số tốc độ hòa tan khí trong nước, 1/ph.

Nhưng phương trình (9.5) chỉ dùng khi nước được hoàn toàn bão hòa khí. Trong thực tế, oxy không có trong nước vì nó đã bị tiêu thụ để oxy hóa chất bẩn, còn nitơ hoàn toàn bão hòa trong nước, vì nước thải có nhiều thời gian tiếp xúc với không khí trong máng, kênh và trong phân xưởng.

Khi đó lượng không khí hòa tan trong nước được xác định bằng phương trình:

$$x = pb - (pb - b_a)e^{-kt}, \quad (9.6)$$

trong đó b_a - độ hòa tan của nitơ trong nước ở nhiệt độ cho trước và áp suất khí quyển, mg/l.

Lượng không khí được tách khỏi nước khi giảm áp suất tới áp suất khí quyển là $y = x - b$

$$y = (p - 1)b - (pb - b_a)e^{-kt}. \quad (9.7)$$

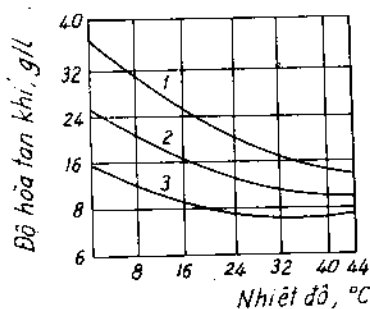
Ở đây hằng số tốc độ hòa tan không khí trong nước k có thể xác định bằng thực nghiệm. Với nhiệt độ của nước trong khoảng 9-30°C thì hằng số tốc độ hòa tan không khí trong nước ở nhiệt độ T đang xét có thể xác định theo công thức:

$$K_T = K_{20} \frac{b_{20}}{b_T}, \quad (9.8)$$

trong đó b_T - độ hòa tan không khí ở nhiệt độ T đang xét và áp suất khí quyển, mg/l; b_{20} - độ hòa tan không khí ở 20°C và áp suất khí quyển, mg/l.

Khi tuyển nổi áp lực thường phải xác định giá trị áp suất tối ưu và thời gian bão hòa t .

Lượng không khí cần phải tách từ nước bão hòa (để đáp ứng hiệu suất



Hình 9.7. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa độ hòa tan của không khí (1), nitơ (2) và oxy (3) trong nước với nhiệt độ

tuyến nổi cần thiết) thường bằng 1-5% dung tích của nước.

Thời gian bão hòa thường chọn bằng $t = 0,5 - 2\text{ph}$. Khi chọn bơm và thiết bị, áp suất và thời gian bão hòa có thể xác định theo phương trình sau:

$$P = \frac{y + b - b_a \cdot e^{-kt}}{b(1 - e^{-kt})} \quad (9.9)$$

$$t = \frac{\lg(pb - b_a) - \lg[(p - 1)b - y]}{0,434k} \quad (9.10)$$

Dung tích thùng áp lực được tính theo công thức:

$$W_a = Q \cdot t, \quad (9.11)$$

trong đó Q - lưu lượng nước thải, m^3/ph .

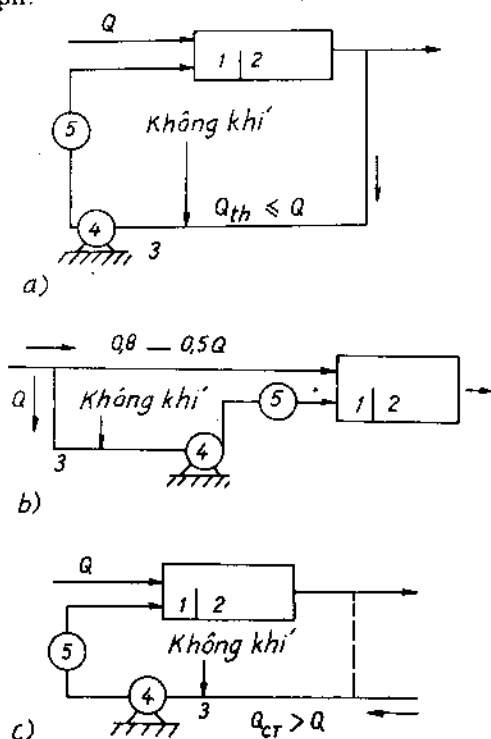
Dung tích ngăn tuyến nổi hồ được xác định với thời gian nước lưu lại trong đó 20 ph. Chiều sâu trong khoảng 1-1,5m.

Biện pháp tuyến nổi áp lực có nhược điểm là phải bơm toàn bộ khối lượng nước thải Q , áp lực của bơm cần phải bằng áp suất khi thực hiện bão hòa. Vì vậy biện pháp này chỉ dùng khi lượng nước thải ít.

Để giảm năng lượng tiêu hao mà vẫn bảo đảm hiệu suất tuyến nổi người ta dùng một trong các sơ đồ hình 9.8.

9.3.1.4. Tuyến nổi với trạm bơm bằng khí nén (h.9.9)

Nước được bão hòa không khí dưới áp lực cao rồi lại tách không khí ra hạ áp lực xuống cũng như tuyến nổi áp lực. Quá trình phân tán và cất nhỏ các bọt khí khi thổi vào cũng như khi



Hình 9.8. Các sơ đồ dùng khí tuyến nổi áp lực :
a- với tuần hoàn; b- với bơm nước vào một phần;
c- với nước công tác; 1- ngăn tiếp nhận; 2- ngăn tuyến nổi; 3- ống hút máy bơm; 4- máy bơm; 5- thùng áp lực

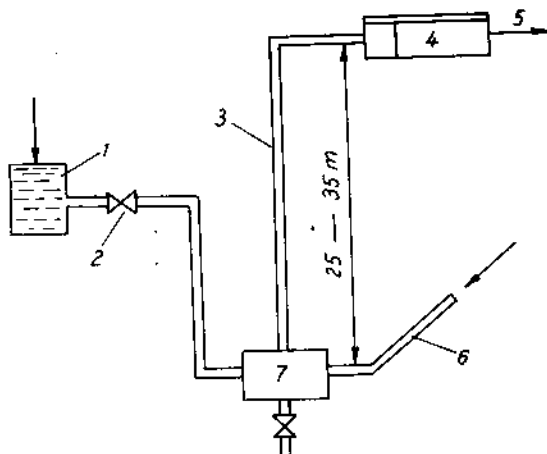
chúng được nổi lên trên đóng vai trò rất quan trọng. Ở các trạm này sẽ giảm năng lượng tiêu hao 2-4 lần so với tuyến nổi áp lực và phân tán không khí bằng cơ giới. Việc xây dựng trạm tuyến nổi này cũng rẻ hơn so với trạm tuyến

nổi kiểu khác. Tuy nhiên trạm kiểu này có nhược điểm là phải đặt ngăn tuyến nổi cao.

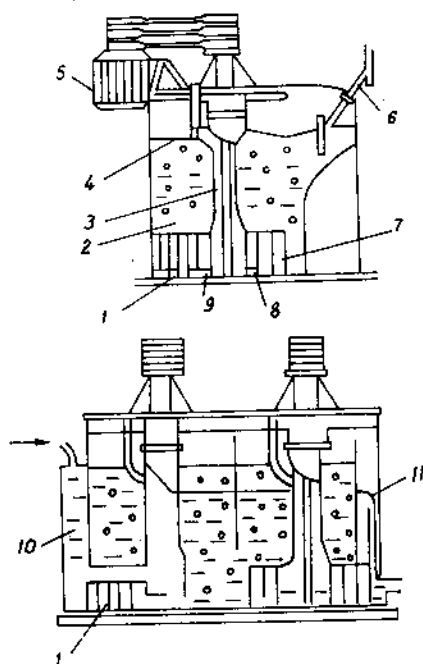
9.3.2. Tuyến nổi với phân tán không khí kiểu cơ giới

Các trạm tuyến nổi với phân tán không khí bằng các máy hướng trục tuốcbin được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực khai khoáng cũng như trong lĩnh vực xử lý nước thải. Các thiết bị tuyến nổi kiểu này cho phép tạo được bọt không khí khá nhỏ.

Nguyên tắc hoạt động của máy hướng trục được biểu thị ở hình 9.10. Khi tuốcbin quay nhanh sau các cánh quạt sẽ tạo ra áp suất chân không, do đó không khí từ khí quyển bên ngoài được hút vào theo ống dẫn rồi phân tán thành những bọt nhỏ trong nước. Phần trên tuốcbin là stato gồm đĩa và cánh hướng dòng. Đĩa có những lỗ để nước tuần hoàn bên trong. Phần dưới của tuốcbin là rôto với các cánh quạt. Khi cánh quạt quay thì hỗn hợp không khí nước được trộn lẫn dạng nhũ tương và bắn ra khỏi stato. Xung quanh stato có lưới chắn để hỗn hợp khí nước về trạng thái tĩnh. Như vậy trong vùng đó tạo thành vô số



Hình 9.9. Sơ đồ trạm tuyến nổi với bơm bằng khí nén:
1- thùng cung cấp; 2- ống dẫn nước; 3- ống dẫn hỗn hợp khí nén - nước; 4- ngăn tuyến nổi; 5- nước sạch; 6- ống dẫn khí nén; 7- vòi phun hòa trộn



Hình 9.10. Sơ đồ tuyến nổi với máy hướng trục:
1- ngăn tạo chân không; 2- ngăn tuyến nổi; 3- trục máy hướng trục; 4- ống dẫn không khí; 5- động cơ; 6- máy hút bọt; 7- lỗ ở stato để tạo dòng tuần hoàn; 8- stato; 9- máy hướng trục; 10- ngăn thu nước; 11- ngăn xả nước

dòng xoáy nhỏ và cát nhỏ các bọt khí. Nói cách khác, đường kính bọt khí phụ thuộc vào nhiều yếu tố: tốc độ vòng quay của tuốcbin, sức căng bề mặt ở biên giới nước - không khí.

Phía trên của lưới chắn là vùng tĩnh. Các bọt khí và chất bẩn dính bám vào đó, nổi lên mặt nước; tốc độ vòng của tuốcbin có thể chọn trong khoảng 10-15m/s.

Những thông số tính toán của trạm kiểu này là: hệ số làm thoáng α ; thời gian lưu lại trong thiết bị t và đường kính tuốcbin d .

Để động cơ tuốcbin có công suất không lớn, nên chọn đường kính tuốcbin $d > 600-750\text{mm}$. Thời gian tuyến nổi t chọn trong khoảng 15-20ph.

Hệ số làm thoáng với các tuốcbin trên $\alpha = 0,35$, chiều cao lớp nước trong ngăn tuyến nổi nên chọn 1,5 - 2m. Khi tuốcbin làm việc chiều cao này tăng lên 1,4 lần.

Các trạm tuyến nổi kiểu hướng trục nên sử dụng để xử lý nước thải với nồng độ chất bẩn không tan cao (trên 2000-3000 mg/l) nghĩa là khi tuyến nổi đòi hỏi mức độ bão hòa không khí cao 0,1-0,5m³ không khí/1 m³ nước thải.

Tính toán các trạm tuyến nổi kiểu hướng trục được tiến hành theo thứ tự sau:

- Bảng thực nghiệm xác định thời gian tuyến nổi t , tốc độ vòng U . Chiều cao công tác h chọn không quá 3m để tránh chiều dài trục tuốcbin quá lớn;

- Ngăn tuyến nổi nên xây dựng theo hình vuông trên mặt bằng và mỗi cạnh là:

$$b = 6d, \quad (9.12)$$

trong đó d - đường kính tuốcbin, m;

$$\text{Diện tích mỗi ngăn: } f = b^2 = 36d^2, \text{ m}^2. \quad (9.13)$$

$$\text{Dung tích công tác: } W = hf = 36hd^2, \text{ m}^3, \quad (9.14)$$

trong đó h - chiều cao công tác của bể (chiều cao hỗn hợp nước khí):

$$h = \frac{H_1}{\gamma_{kn}}, \quad (9.15)$$

ở đây H_1 - mực nước tĩnh trong ngăn tuyến nổi (trước khi tuyến nổi, m; γ_{kn} - trọng lượng riêng của hỗn hợp khí nước $\gamma_{kn} = 0,67\gamma_n$, tấn/m³; γ_n - trọng lượng riêng của nước thải, tấn/m³. Mực nước tĩnh trong bể xác định theo công thức:

$$H_1 = \varphi \frac{U^2}{2g}, \quad (9.16)$$

φ - hệ số áp lực, đối với các trạm tuyến nổi $\varphi = 0,2 - 0,3$.

- Số vòng quay của tuốcbin:

$$n = \frac{60.U}{\pi d}, \text{ vg/ph.} \quad (9.17)$$

- Số máy tuyển nổi cần thiết m ở trạm tuyển nổi:

$$m = \frac{Qt}{24.60W(1-a)} \quad (9.18)$$

trong đó Q - lưu lượng nước thải ngày đêm $m^3/\text{ngày đêm}$; a - hệ số làm thoáng, $a = 0,35$; t - thời gian tuyển nổi, ph.

Công suất của động cơ tuốcbin:

$$N = \frac{q_{kn} \cdot \gamma_{kn} \cdot H_1}{102\eta} \quad \text{kW}, \quad (9.19)$$

q_{kn} - lưu lượng giây của hỗn hợp khí-nước

$$q_{kn} = \frac{Q \cdot 1000}{86.400 m(1-a)} \quad \text{l/s}, \quad (9.20)$$

η - hệ số hữu ích, $\eta = 0,2 - 0,3$.

Nhược điểm của trạm tuyển nổi hướng trục là phải đặt quá nhiều động cơ và thiết bị cơ giới để phân tán không khí. Những thiết bị đó đòi hỏi thường xuyên sửa chữa hoặc thay chi tiết nằm dưới nước. Ngoài ra khi sửa chữa gặp nguy hiểm nếu nước thải chứa các chất độc hại.

9.3.3. Tuyển nổi với thổi không khí nén

9.3.3.1. Tuyển nổi với thổi không khí nén qua các vòi

Phương pháp này được sử dụng để xử lý nước thải chứa các tạp chất tan dễ ăn mòn các thiết bị cơ giới (bơm, tuốcbin) có các chi tiết chuyển động. Ở đây không khí được phân tán vào ngấn tuyển nổi qua các vòi phun đặc biệt đặt trên các ống phân phối không khí. Những ống này đặt cách nhau 250-300mm. Áp suất công tác trước các vòi 3-5 at, tốc độ dòng không khí ra khỏi vòi 100 - 200m/s.

Thời gian tuyển nổi có thể sơ bộ chọn 15 - 20ph nhưng phải xác định với từng loại nước thải. Chiều sâu bể chọn 3 - 4m, dung tích bể:

$$W = \frac{Q_{ngd} \cdot t}{24.60(1-a)} \quad \text{m}^3, \quad (9.21)$$

a - hệ số làm thoáng, sơ bộ chọn $a = 0,2 - 0,3$; t - thời gian tuyển nổi, ph.

Lượng không khí cần thiết:

$$V = I \cdot F, \text{ m}^3/\text{h} \quad (9.22)$$

trong đó I - cường độ làm thoáng chọn bằng 15 - 20 m^3/m^2h ; F - diện tích mặt thoáng của nước trong ngấn tuyển nổi, m^2 .

Số vòi phun cần thiết xác định theo công thức:

$$n = \frac{V}{3600 fs} \quad (9.23)$$

trong đó f - diện tích tiết diện của mỗi vòi, m^2 ; s - tốc độ dòng không khí qua vòi, m/s .

Bọt cũng được tách khỏi nước nhờ hệ thống gạt.

9.3.3.2. Tuyến nổi với phân tán không khí qua tấm xốp

Biện pháp này được sử dụng khi tuyến nổi một lượng nước thải khá lớn.

Khi thổi không khí qua các lỗ nhỏ có thể tạo ra những bọt khí cực nhỏ và có thể tuyến nổi được các chất bẩn chứa trong nước thải. Muốn vậy tốc độ không khí ra khỏi các lỗ phải nhỏ. Khoảng cách giữa các lỗ phải đảm bảo để bọt khí nhỏ không dính vào nhau, tránh tạo thành các bọt khí lớn hơn. Trong nước cần có chất tạo bọt.

Phân tán không khí qua các tấm xốp được dùng rộng rãi trong bể aerôten. Các bọt khí tạo thành có đường kính 2-20 mm sẽ không đáp ứng được yêu cầu của quá trình tuyến nổi.

Theo Kolaxen V.I. kích thước bọt không khí đối với đường kính lỗ dưới 2mm có thể xác định theo công thức:

$$r_2 = K^4 \sqrt{r_1^2 \sigma_{1-2}} \quad (9.24)$$

trong đó r_2 - đường kính bọt không khí, cm; r_1 - đường kính lỗ ở tấm xốp, cm; σ_{1-2} - sức căng bề mặt ở biên giới không khí - nước, dyn/cm; K - hệ số thực nghiệm, trong đa số trường hợp $K = 6$.

Các bọt khí ra khỏi lỗ không được dính kết với nhau. Vì vậy lưu lượng không khí tối đa qua các lỗ có thể xác định theo công thức:

$$Q_{\max} = 104 r_1^2, \text{ cm}^3/\text{ph.} \quad (9.25)$$

Công thức này đúng với lỗ có đường kính dưới 3 mm. Phân tán không khí qua các tấm xốp có ưu điểm hơn so với biện pháp tuyến nổi khác: cấu tạo các ngăn tuyến nổi đơn giản, ít tốn điện năng, không cần thiết bị cơ giới phức tạp (máy bơm, tuốcbin). Điều này rất ưu việt, đặc biệt đối với các loại nước thải có tính xâm thực.

Nhược điểm của biện pháp tuyến nổi này là: các lỗ của tấm xốp chóng bị tắc làm tăng tổn thất áp lực, khó chọn vật liệu xốp đáp ứng đúng yêu cầu về kích thước các bọt khí.

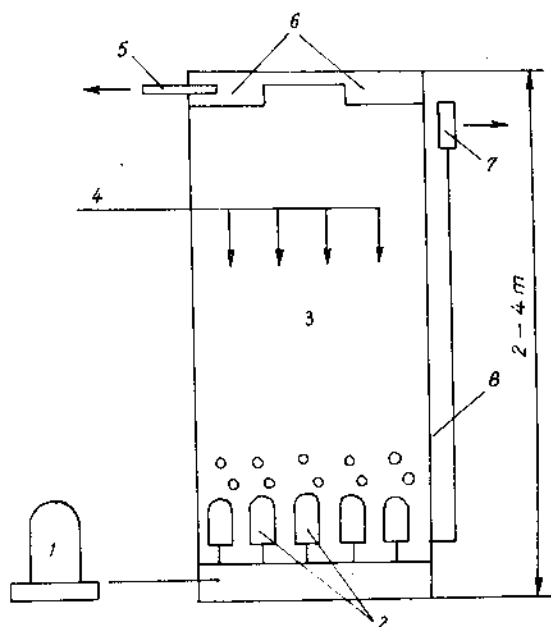
Hình 9.11 là sơ đồ cấu tạo trạm tuyến nổi với phân phối không khí qua các chụp xốp được sử dụng để tuyến nổi loại nước thải với lưu lượng không lớn. Bể tuyến nổi có dạng hình trụ cao 2-4m. Nước thải vào phía trên và nước sạch ra phía dưới. Không khí phân phối qua các chụp vòm xốp bằng gốm.

Hình 9.12 là sơ đồ cấu tạo trạm tuyến nổi với phân tán không khí qua vật liệu xốp để xử lý nước thải với lưu lượng lớn.

Hiệu suất tuyến nổi, kích thước ngăn tuyến nổi tùy thuộc kích thước các

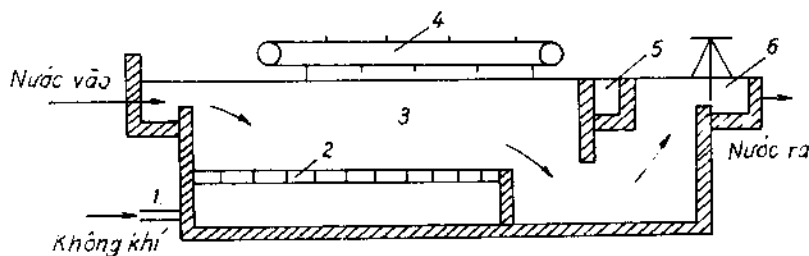
tấm xốp hoặc chụp xốp, áp suất không khí dưới các tấm xốp, lưu lượng không khí (m^3/m^2 hoặc $\text{m}^3/\text{m}^3\text{h}$), thời gian tuyến nổi, mực nước trước và trong khi thổi khí,... Theo các số liệu kinh nghiệm xử lý nước thải chứa nhựa và dầu thì kích thước các lỗ phải trong khoảng 4-20mm, áp suất không khí 1- 2at. Mực nước công tác trước khi thổi khí 1,5 - 2m. Lưu lượng không khí 40-70 $\text{m}^3/\text{m}^3\text{h}$ hoặc 0,24-0,31 $\text{m}^3/\text{m}^3\text{h}$. Mực nước trong thời gian thổi khí phụ thuộc vào áp suất không khí tăng từ 6% (1 at) đến 56% (2 at).

Hình 9.13 là sơ đồ bể tuyến nổi hồ với phân phối khí qua các tấm xốp hoặc ống có lỗ để xử lý nước thải có chứa các tạp chất hoạt tính bề mặt. Tùy thuộc lưu lượng nước thải có thể thiết kế hai hoặc nhiều ngăn tuyến nổi.



Hình 9.11. Sơ đồ trạm tuyến nổi lưu lượng nhỏ:

1- máy nén khí; 2- chụp xốp; 3- ngăn tuyến nổi; 4- phân tán nước vào; 5- ống xả bọt chất nổi; 6- máng tập trung bọt; 7- thiết bị điều chỉnh mực nước; 8- ống dẫn nước sạch ra



Hình 9.12. Trạm tuyến nổi với phân phối không khí qua tấm xốp:

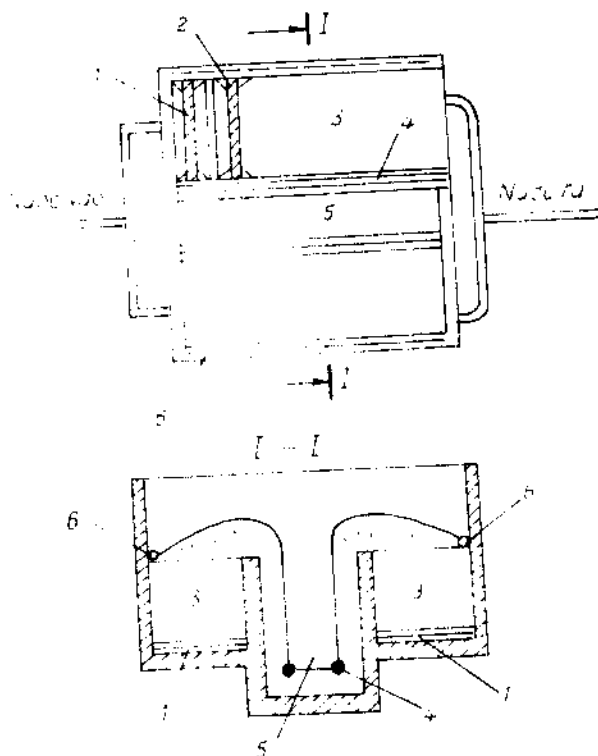
1- ống dẫn khí; 2- các tấm xốp; 3- ngăn tuyến nổi; 4- hệ thống gạt bọt; 5- máng thu bọt cặn; 6- thiết bị điều chỉnh mực nước ở cửa ra

Bọt tạo thành được thổi liên tục từ ngăn tuyến nổi sang ngăn chứa và khử bọt.

Dung tích công tác của các ngăn tuyến nổi xác định theo công thức sau:

$$W = \frac{Q_{ngd} t}{24.60 (1-a)}, \text{ m}^3, \quad (9.26)$$

trong đó t - thời gian tuyến nổi, đối với nước thải các xí nghiệp tẩy nhuộm $t = 30 - 45$ ph, các xí nghiệp thuộc da $t = 60$ ph; a - hệ số làm thoáng ($a = 0,2 - 0,3$).



Hình 9.13. Sơ đồ trạm tuyến nổi xử lý nước thải chứa chất hoạt tính bề mặt:
1- các tấm xôp; 2- ống dẫn khí; 3- ngăn tuyến nổi; 4- ống dẫn hơi nóng;
5- ngăn chứa và khử bọt; 6- ống không khí (có lỗ) để thổi bọt

Diện tích hữu ích của các ngăn tuyến nổi:

$$F = \frac{W}{H}, \text{ m}^2, \quad (9.27)$$

H - chiều cao hữu ích của nước, chọn $H = 2 - 4$ m.

Số ngăn tuyến nổi làm việc song song:

$$m = \frac{F}{f}, \quad (9.28)$$

f - diện tích hữu ích của mỗi ngăn, m^2 .

Lưu lượng giờ của không khí thổi vào:

$$Q_{kk} = IF, \text{ m}^3/\text{h}, \quad (9.29)$$

I - cường độ thổi khí chọn bằng 8-12 m³/m²h.

Áp lực yêu cầu và công suất các máy nén khí cũng xác định như bể aêrôten.

Chiều sâu của ngan chứa - khử bọt và ngưng tụ nước được xác định như sau:

Lưu lượng bọt tạo ra khi tuyển nổi xác định theo công thức:

$$Q_b = n \cdot Q_{\text{maxb}}, \text{ m}^3/\text{h}, \quad (9.30)$$

trong đó n - số bọt, đối với các xí nghiệp tẩy nhuộm vải sợi và da $n = 0,4 - 1,6$; trung bình chọn bằng 1 - 1,2; Q_{maxb} - lưu lượng giờ tối đa của nước thải, m³/h.

Dung tích bọt tạo ra trong thời gian tuyển nổi:

$$Q_{\text{tn}} = Q_b \cdot \frac{t}{60}, \text{ m}^3, \quad (9.31)$$

t - thời gian tuyển nổi, ph.

$$\text{Dung tích bọt tính toán: } Q_{\text{bt}} = Q_{\text{tn}} \cdot \frac{100 \cdot x}{100}, \text{ m}^3, \quad (9.32)$$

x - số lượng bọt bị tắt trong thời gian tuyển nổi phụ thuộc vào t khi $t = 15$ ph, $x = 25\%$; $t = 30$ ph, $x = 6 \cdot 15\%$

Chiều cao lớp bọt trong ngan chứa:

$$H_b = \frac{Q_{\text{bt}}}{L \cdot B}, \text{ m}, \quad (9.33)$$

trong đó L - chiều dài ngan chứa bằng chiều dài ngan tuyển nổi, m; B - chiều rộng ngan chứa bọt, chọn $B = 2 - 4$ m.

Chiều cao lớp nước ngưng tụ bọt:

$$H_{\text{ng}} = \frac{V_{\text{ng}}}{L \cdot B}, \text{ m}, \quad (9.34)$$

V_{ng} - dung tích nước ngưng, chọn bằng 1 - 5% lưu lượng giờ tối đa của nước thải, m³.

$$\text{Tốc độ hình thành lớp bọt: } V = \frac{Q_{\text{bt}}}{L \cdot B \cdot t} \cdot 100, \text{ cm/ph.} \quad (9.35)$$

Bọt trong ngan chứa có thể tự khử hoặc có thể khử bằng nhiều biện pháp khác nhau: dùng vòi hoa sen phun mưa hoặc dùng các ống ruột gà trong đó dẫn hơi nóng.

Nước ngưng từ bọt chiếm 1 - 1,2% lượng nước thải. Nếu tinh khiết tức là

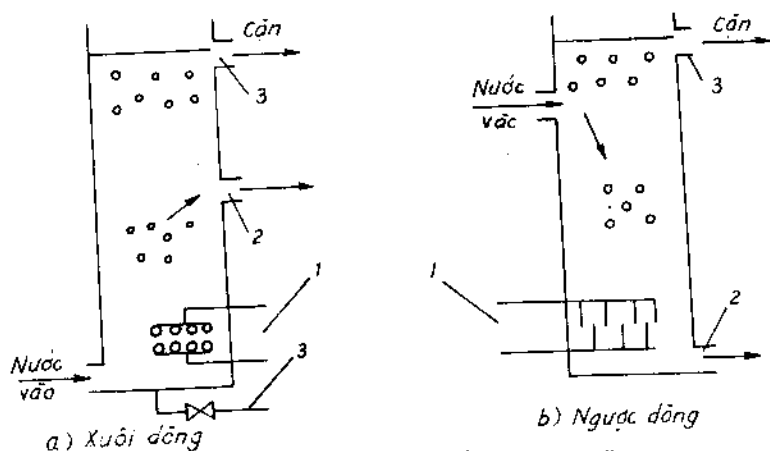
chỉ chứa các chất hoạt tính bề mặt có thể đưa về dùng lại trong sản xuất. Nếu chứa nhiều các tạp chất bẩn khác thì dẫn ra sân phơi bùn hoặc cho qua các thiết bị cô cho bay hơi hoặc cho qua lò nung đốt để khử độc.

9.3.4. Tuyến nổi điện

Với biện pháp này, khi dòng điện một chiều qua nước thải, ở một trong các điện cực (catốt) sẽ tạo ra khí hydro. Kết quả nước thải được bão hòa bởi các bọt khí đó rồi kéo theo các chất bẩn không tan khác nổi lên bề mặt nước. Ngoài ra, nếu trong nước thải còn chứa nhiều chất bẩn khác là các chất điện phân thì khi dòng điện đi qua sẽ làm thay đổi thành phần hóa học và tính chất của nước, trạng thái các tạp chất không tan do có các quá trình điện ly, phân cực, điện chuyển và oxi hóa khử,... diễn ra.

Trong nhiều trường hợp những thay đổi đó có lợi cho quá trình xử lý nước thải và trong những trường hợp khác cần phải điều khiển các quá trình đó để đạt được hiệu suất xử lý một loại chất bẩn nào đó.

Khi sử dụng các điện cực tan (sắt hoặc nhôm) thì ở cực anốt sẽ diễn ra quá trình hòa tan kim loại. Kết quả sẽ có các cation kim loại (sắt hoặc nhôm) chuyển vào nước. Những cation đó sẽ cùng nhóm hidroxiyl và tạo thành hidroxit là những chất keo tụ phổ biến trong thực tế xử lý nước thải. Do đó trong không gian các điện cực sẽ đồng thời diễn ra các quá trình tạo bông keo tụ và tạo các bọt khí, tạo điều kiện để bọt khí bám vào bông cũng như làm quá trình keo tụ chất bẩn, quá trình hấp phụ, dính kết... diễn ra mạnh, và hiệu suất tuyển nổi cao hơn.



Hình 9.14. Sơ đồ tuyển nổi điện một ngăn:
1- hệ điện cực; 2- xả nước sạch; 3- xả cặn

Cường độ của tất cả quá trình phụ thuộc vào các yếu tố sau:

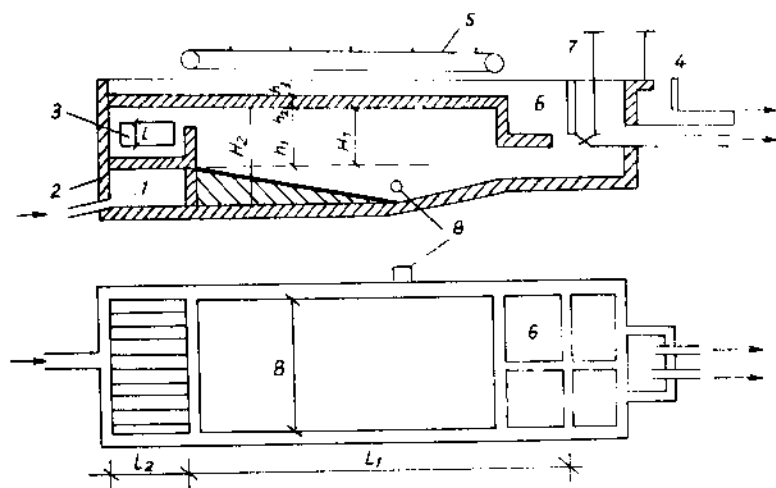
- thành phần hóa học nước thải;
- vật liệu các điện cực (tan hoặc không tan);
- các thông số của dòng điện: điện thế, cường độ, điện trở suất...

Những trạm tuyển nổi điện như vậy còn có thể gọi là những trạm tuyển nổi keo tụ điện.

Hình 9.14 là sơ đồ tuyển nổi điện một ngăn hoạt động theo nguyên tắc xuôi hoặc ngược dòng với công suất nhỏ (dưới $10-15 \text{ m}^3/\text{h}$).

Đối với các trạm tuyển nổi điện với công suất lớn thì nên xây dựng hai ngăn (h.9.15) gồm một ngăn điện cực (ngăn keo tụ) và một ngăn tuyển nổi.

Tính toán các trạm đó gồm xác định: dung tích tổng cộng W , dung tích ngăn keo tụ W_1 , dung tích ngăn tuyển nổi W_2 và các thông số về điện.



Hình 9.15. Sơ đồ bể tuyển nổi điện kiểu ngang:

- 1- ngăn dẫn nước vào; 2- lưới giảm tốc; 3- hệ điện cực; 4- điều chỉnh mực nước;
5- hệ thống gạt bọt; 6- ngăn tiếp nhận bọt cặn; 7- điều chỉnh xả bọt cặn; 8- xả cặn lắng

Dung tích tổng cộng của trạm $W = W_1 + W_2, \text{ m}^3$.

Dung tích ngăn keo tụ phải đủ để đặt các điện cực với công suất cần thiết.

Số tấm điện cực cần đặt là:

$$n = \frac{B - 2d + c}{p + c}, \quad (9.36)$$

trong đó d - khoảng cách từ hai tấm điện cực ngoài cùng tới tường, chọn $d = 100\text{mm}$; c - khoảng cách giữa hai tấm điện cực, $c = 15 - 20\text{mm}$; p - chiều dày mỗi tấm điện cực, $p = 6 - 10 \text{ mm}$.

Diện tích mỗi tấm điện cực:

$$f = \frac{S}{n \cdot 1} \quad (9.37)$$

trong đó S - diện tích hữu ích của các tấm điện cực, được xác định theo công thức:

$$S = \frac{D \cdot Q}{i} \cdot m^2 \quad (9.38)$$

ở đây D - lượng điện đơn vị, $A \cdot h/m^3$; Q - lưu lượng tính toán của nước thải, m^3/h ; i - cường độ dòng điện ở điện cực, A/m^2 .

D, i được xác định bằng thực nghiệm

Sau khi xác định được f , chọn chiều cao mỗi tấm điện cực b (nên chọn $b =$

$h_1 = 1 - 1,5m$, bằng chiều cao lớp nước công tác), xác định được chiều dài l của nó:

$$l = \frac{f}{b} \cdot m \quad (9.39)$$

Chiều dài ngan điện cực (keo tụ)

$$L_2 = l + 2d \quad (9.40)$$

Dung tích ngan keo tụ

$$W_1 = B \cdot H_1 \cdot L_2 \quad (9.41)$$

H_1 - chiều cao công tác của ngan tuyển nổi:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3, m \quad (9.42)$$

ở đây h_1 - chiều cao lớp nước công tác $h_1 = 1 - 1,5m$; h_2 - lớp nước bảo vệ, $h_2 = 0,3 - 0,5 m$; h_3 - chiều cao lớp bọt cặn, $h_3 = 0,4 - 0,5m$.

Dung tích ngan tuyển nổi:

$$W_2 = Q \cdot t \quad (9.43)$$

t - thời gian tuyển nổi, xác định bằng thực nghiệm

$$t = 0,3 - 0,75h$$

9.3.5. Tuyển nổi sinh học và hóa học

Biện pháp này dùng để nền cặn từ bể lắng đợt một khi xử lý nước thải thành phố. Muốn vậy, cặn từ bể lắng đợt một được tập trung vào một bể đặc biệt và đun nóng tới $35 - 55^\circ C$ trong vài ngày. Do sinh vật phát triển và tạo bọt khí nổi lên, kéo theo cặn cũng nổi lên rồi gạt cặn đi. Kết quả độ ẩm của cặn chỉ còn 80%.

Bùn hoạt tính dư ở bể lắng đợt hai khó tuyển nổi hơn.

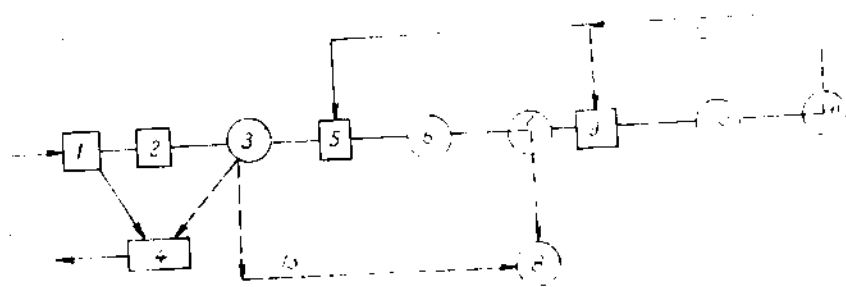
Khí cho phen vào nước thải, song song với các quá trình hóa học, còn tạo ra các bọt khí như CO_2 , O_2 , Cl_2 . Trong những điều kiện nhất định, các bọt khí này cũng nổi lên kéo theo các chất bẩn không tan trong nước thải.

Khi tuyển nổi hóa học thì đầu tiên nước thải phải được qua bể trộn rồi sau đó mới qua ngăn tuyển nổi. Thời gian lưu lại trong bể trộn phải không ít hơn 3 - 5 ph để diễn ra phản ứng và tạo bọt.

9.4. SƠ ĐỒ TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TUYỂN NỔI

Phương pháp tuyển nổi được sử dụng phổ biến để xử lý nước thải thành phố và nhiều lĩnh vực công nghiệp như: chế biến dầu, thuốc da, dệt, chế biến thịt,...

Tuyển nổi có thể là giai đoạn xử lý sơ bộ trước khi xử lý bằng phương pháp sinh học, hóa học (bể tuyển nổi có thể thay thế bể lắng hoặc trong tổ hợp một sơ đồ đứng trước hoặc sau bể lắng), đồng thời cũng là giai đoạn xử lý triệt để sau khi xử lý sinh học.



Hình 9.16. Sơ đồ trạm xử lý tuyển nổi chân không:

- 1- song chắn rác; 2- ngăn bảo hòa khí làm thoáng; 3- ngăn tuyển nổi chân không;
4- sân phơi cát; 5.9 - trạm bơm; 6- bể lọc sinh vật bậc một; 7, 11 - bể lắng; 8- lèn men cần;
10- bể lọc sinh vật bậc hai; 12 - ống dẫn nước tuần hoàn; 13 - xả cặn

Hình 9.16 là sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải thành phố với bể tuyển nổi chân không và bể lọc sinh vật hai cấp. Ở đây để tăng hiệu suất tuyển nổi người ta có thể cho thêm chất tuyển nổi với điều kiện không gây ảnh hưởng xấu đối với các công trình xử lý sinh học tiếp theo.

Hình 9.17 là sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải với bể tuyển nổi tại nhà máy thuốc da. Theo kết quả quản lý và nghiên cứu thì hiệu suất công tác của các bể tuyển nổi khá cao: 40- 50% theo chất lơ lửng, 20 - 25% theo NOS; 75% theo mỡ, 30 - 50% theo chất hoạt tính bề mặt.

Chương 10

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HÓA

Thực chất của phương pháp sinh hóa để xử lý nước thải là sử dụng khả năng sống - hoạt động của vi sinh vật để phân hủy các chất bẩn hữu cơ trong nước thải. Chúng sử dụng các hợp chất hữu cơ và một số chất khoáng làm nguồn dinh dưỡng và tạo năng lượng. Trong quá trình dinh dưỡng, chúng nhận được các chất làm vật liệu để xây dựng tế bào, sinh trưởng và sinh sản nên sinh khối được tăng lên. Phương pháp sinh hóa có thể dùng để làm sạch hoàn toàn các loại nước thải sản xuất chứa các chất hữu cơ hòa tan, hoặc phân tán nhỏ. Do vậy phương pháp này thường dùng sau khi loại bỏ các tạp chất phân tán thô ra khỏi nước thải. Đối với nước thải chứa các chất vô cơ thì phương pháp này dùng để khử các chất sunfit, muối amon, nitrat - tức là các chất chưa

Bảng 10.1. Sự phân hủy sinh học các thành phần hữu cơ trong nước thải

Chất bị phân hủy	Loại men - enzim	Sản phẩm phân hủy	
		hiếu khí	ky khí
Protein	Proteinaza	Amon, nitrit, nitrat Hidro sunfua Axit sunfuric Rượu, axit hữu cơ Carbon dioxit Nước	Axit amin, amon Hidro sunfua Metan cacbon dioxit, hidro Rượu Axit hữu cơ Phenol Indol
Cacbon hidrat	Cacbon hidraza	Rượu Axit hữu cơ Carbon dioxit Nước	Cacbon dioxit Hidro Rượu Axit hữu cơ
Lipit	Lipaza	Rượu Axit hữu cơ Carbon dioxit Nước	Axit hữu cơ Carbon dioxit Hidro Rượu

bị oxy hóa hoàn toàn. Sản phẩm cuối cùng của quá trình phân hủy sinh hóa các chất bẩn sẽ là: khí cacbonic, nước, nitơ, ion sunfat...

Cho đến nay người ta đã biết: vi sinh vật có thể phân hủy tất cả các chất hữu cơ có trong thiên nhiên và rất nhiều chất hữu cơ tổng hợp nhân tạo.

Bảng 10.1 giới thiệu các sản phẩm phân hủy sinh học một số chất thường gặp trong nước thải đô thị.

Một số định nghĩa và thuật ngữ:

Để hiểu các khái niệm về xử lý sinh học, nên biết các thuật ngữ sau:

- Các quá trình hiếu khí là các quá trình xử lý sinh học diễn ra với sự có mặt của oxy.

- Các quá trình kỵ khí (yếm khí) là các quá trình xử lý sinh học diễn ra khi không có oxy.

- Quá trình khử nitrat - anoxic là quá trình, trong đó nitơ ở dạng nitrat được chuyển hóa sinh học thành khí nitơ trong điều kiện không có oxy. Quá trình này cũng được gọi là quá trình khử nitrat kỵ khí.

- Quá trình loại chất dinh dưỡng bằng sinh học là thuật ngữ được áp dụng để loại các chất dinh dưỡng dạng nitơ, photpho trong những quá trình xử lý sinh học.

- Các quá trình tùy tiện là các quá trình xử lý sinh học, trong đó những sinh vật có thể hoạt động trong điều kiện có hoặc không có oxy phân tử.

- Khử NOS (tiếng Anh là BOD) dạng cacbon là quá trình chuyển hóa sinh học chất hữu cơ chứa cacbon trong nước thải thành tế bào chất và các sản phẩm cuối cùng ở dạng khí. Trong quá trình chuyển hóa, giả định rằng sự có mặt của nitơ ở các dạng hợp chất hữu cơ khác nhau sẽ chuyển thành amon.

- Nitrat hóa (nitrification) là quá trình, nhờ đó amon sẽ chuyển thành nitrit và sau đó thành nitrat.

- Khử nitrat (denitrification) là quá trình sinh học, nhờ đó nitrat sẽ chuyển thành nitơ và các sản phẩm cuối cùng dạng khí.

- Cơ chất là thuật ngữ được dùng để chỉ chất hữu cơ hoặc những chất dinh dưỡng, những chất đó sẽ bị chuyển hóa trong quá trình xử lý sinh học. Chẳng hạn chất hữu cơ chứa cacbon trong nước thải, được coi là cơ chất, được chuyển hóa trong xử lý sinh học.

- Các quá trình sinh trưởng lơ lửng là những quá trình xử lý sinh học, trong đó những vi sinh vật chịu trách nhiệm chuyển hóa chất hữu cơ hoặc các thành phần khác trong nước thải thành khí và tế bào chất. Những vi sinh vật này được giữ ở trạng thái lơ lửng và xáo trộn cùng với thể lỏng. Các quá trình này được thực hiện trong các bể phản ứng gọi là bể aerôten.

- Các quá trình sinh trưởng gắn kết vào vật liệu là những quá trình xử lý sinh học, trong đó những vi sinh vật chịu trách nhiệm chuyển hóa chất hữu cơ hoặc các thành phần khác trong nước thải thành khí và tế bào chất. Tế bào vi sinh vật lại được gắn kết vào vật liệu trơ như đá, xỉ hoặc vật liệu đặc biệt như sành, sứ, chất dẻo. Quá trình xử lý sinh trưởng gắn kết còn được gọi là các quá trình màng cố định. Công trình để thực hiện quá trình này được gọi là *bể lọc sinh học (biofilter)*.

Các quá trình xử lý sinh học

Các quá trình xử lý sinh học chủ yếu được áp dụng để xử lý nước thải được thống kê ở bảng 10.2. Có năm nhóm chính : *quá trình hiếu khí; quá trình trung gian anoxic; quá trình kỵ khí; quá trình kết hợp hiếu khí - trung gian anoxic - kỵ khí và quá trình ở hồ*. Các quá trình riêng biệt lại tiếp tục được chia thành các phụ hệ, tùy thuộc trạng thái tồn tại của hỗn hợp trong quá trình xử lý như hệ sinh trưởng lơ lửng, hệ sinh trưởng gắn kết, hoặc các hệ kết hợp lơ lửng và gắn kết.

Cần nhấn mạnh rằng tất cả các quá trình sinh học được sử dụng để xử lý nước thải như thống kê ở bảng 10.2 là các quá trình có xuất xứ và đã diễn ra trong thiên nhiên. Nhờ thực hiện trong các công trình nhân tạo, có sự kiểm soát môi trường của vi sinh vật mà các quá trình phân hủy chất thải diễn ra nhanh hơn. Với bất kỳ loại chất thải nào, quá trình xử lý sinh học cũng đòi hỏi phải kiểm soát môi trường, đảm bảo sự sinh trưởng tối ưu của các vi sinh vật tham gia.

Bảng 10.2. Các quá trình sinh học chủ yếu được dùng để xử lý nước thải

Loại	Tên chung	Áp dụng
1	2	3
QUÁ TRÌNH HIẾU KHÍ Sinh trưởng lơ lửng	- Quá trình bùn hoạt tính: - Thông thường (đồng chảy) - Xáo trộn hoàn toàn - Làm thoáng theo bậc - Oxi nguyên chất - Bể phản ứng hoạt động gián đoạn - Ổn định tiếp xúc - Làm thoáng kéo dài - Kênh oxi hóa - Bể sâu (90ft = 30m) - Bể rộng - sâu	Khử NOS chứa cacbon (nitrat hóa)

Tiếp bảng 10.2

1	2	3
Sinh trưởng gắn kết	Nitrat hóa sinh trưởng lơ lửng 110 lít thoáng Phân hủy hiếu khí: - Không khí thông thường - Oxi nguyên chất Bể lọc sinh học: - Thấp tải - nhỏ giọt - Cao tải Lọc trên bề mặt xử xỉ (roughing filters) Đĩa - tiếp xúc sinh học quay Bể phản ứng với khối vật liệu	Nitrat hóa Khử NOS - chứa cacbon (nitrat hóa) Ổn định, khử NOS chứa cacbon Khử NOS chứa cacbon - nitrat hóa Khử NOS chứa cacbon Khử NOS chứa cacbon - nitrat hóa
Kết hợp quá trình sinh trưởng lơ lửng và gắn kết	Quá trình lọc sinh học hoạt tính: - Lọc nhỏ giọt - vật liệu rắn tiếp xúc - Quá trình bùn hoạt tính - lọc sinh học - Quá trình lọc sinh học - bùn hoạt tính nối tiếp nhiều bậc	Khử NOS chứa cacbon-nitrat hóa
QUÁ TRÌNH TRUNG GIAN ANOXIC		
Sinh trưởng lơ lửng	Sinh trưởng lơ lửng khử nitrat hóa	Khử nitrat hóa
Sinh trưởng gắn kết	Màng cố định khử nitrat hóa	
QUÁ TRÌNH KY KHÍ		
Sinh trưởng lơ lửng	Lên men phân hủy kỵ khí; - Tác động tiêu chuẩn, một bậc - Cao tải, một bậc - Hai bậc Quá trình tiếp xúc kỵ khí Lớp bùn lơ lửng kỵ khí hướng lên (UASB) Quá trình lọc kỵ khí	Ổn định, khử NOS chứa cacbon Khử NOS chứa cacbon
Sinh trưởng gắn kết	Lớp vật liệu - thời gian kéo dài	Khử NOS chứa cacbon Ổn định chất thải - khử nitrat hóa Ổn định chất thải - khử nitrat hóa
QUÁ TRÌNH KẾT HỢP HIẾU KHÍ - TRUNG GIAN ANOXIC-KY KHÍ		
- Sinh trưởng lơ lửng	- Quá trình một bậc hoặc nhiều bậc, các quá trình có tính chất khác nhau	Khử NOS chứa cacbon, nitrat hóa, khử nitrat hóa, khử photpho

Tiếp bảng 10.2

1	2	3
- Kết hợp sinh trưởng lơ lửng, sinh trưởng gắn kết QUÁ TRÌNH Ở HỒ	- Các quá trình một bậc hoặc nhiều bậc Hồ hiếu khí Hồ bậc ba (xử lý triệt để) Hồ tùy tiện Hồ kỵ khí	Khử NOS chứa cacbon, nitrat hóa, khử nitrat và khử photpho Khử NOS chứa cacbon Khử NOS chứa cacbon, nitrat hóa khử NOS chứa cacbon Khử NOS chứa cacbon (ổn định chất thải - bùn)

Áp dụng các quá trình xử lý sinh học

Áp dụng chủ yếu của các quá trình xử lý sinh học được liệt kê ở bảng 10.2, là để:

- Khử các chất hữu cơ chứa cacbon trong nước thải, thường được biểu thị bằng nhu cầu oxi sinh hóa - NOS (tiếng Anh là Biological Oxygen Demand - BOD); tổng cacbon hữu cơ - TCH (tiếng Anh là Total Organic Carbon - TOC) hoặc nhu cầu oxi hóa học - NOH (tiếng Anh là Chemical Oxygen Demand - COD);

- Nitrat hóa;
- Khử nitrat;
- Khử photpho;
- Ổn định chất thải.

10.1. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HÓA TRONG ĐIỀU KIỆN HIẾU KHÍ

10.1.1. Nguyên lý chung của quá trình oxi hóa sinh hóa khi xử lý theo kiểu sinh trưởng lơ lửng

Các quá trình xử lý với sinh trưởng lơ lửng chủ yếu được sử dụng để khử chất hữu cơ chứa cacbon là:

- Quá trình bùn hoạt tính;
- Hồ làm thoáng;
- Bể phản ứng hoạt động gián đoạn;
- Quá trình lên men phân hủy hiếu khí.

Trong số những quá trình này, quá trình bùn hoạt tính là quá trình phổ biến nhất được áp dụng để xử lý nước thải sinh hoạt bậc hai.

10.1.1.1. Diễn biến của quá trình khi nước thải tiếp xúc với bùn hoạt tính

Các chất hữu cơ hòa tan, cả các chất keo và phân tán nhỏ sẽ được chuyển

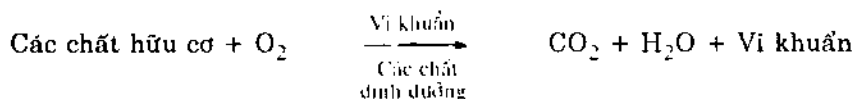
hóa bằng cách hấp phụ và keo tụ sinh học trên bề mặt các tế bào vi sinh vật. Tiếp đó trong quá trình trao đổi chất, dưới tác dụng của những men nội bào, các chất hữu cơ sẽ bị phân hủy. Theo quan điểm hiện đại nhất quá trình xử lý nước thải hay nói đúng hơn là việc thu hồi các chất bẩn từ nước thải và việc vi sinh vật tiêu thụ các chất đó là một quá trình gồm ba giai đoạn sau đây:

- 1- khuếch tán và chuyển chất từ dịch thể (nước thải) tới bề mặt các tế bào vi sinh vật;
- 2- hấp phụ: khuếch tán và hấp thụ các chất bẩn từ mặt ngoài của tế bào qua màng bán thấm vào trong tế bào;
- 3- chuyển hóa các chất đã được khuếch tán và hấp thụ ở trong tế bào vi sinh vật với sinh ra năng lượng và tổng hợp các chất mới của tế bào.

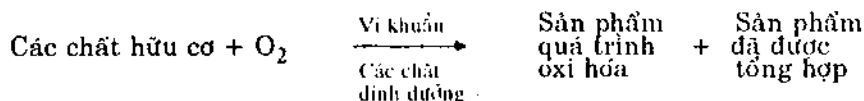
Các giai đoạn trên có quan hệ với nhau rất khăng khít.

Nồng độ các chất ở xung quanh tế bào sẽ giảm dần. Các phân thức ăn mới từ môi trường bên ngoài (nước thải) lại khuếch tán và bổ sung thay thế vào. Thông thường quá trình khuếch tán trong môi trường chậm hơn quá trình hấp thụ qua màng tế bào, cho nên nồng độ các chất dinh dưỡng xung quanh tế bào bao giờ cũng thấp. Đối với các sản phẩm của tế bào tiết ra thì ngược lại - nhiều hơn so với nơi xa tế bào. Mặc dù hấp thụ và hấp phụ là giai đoạn cần thiết trong việc tiêu thụ chất hữu cơ của vi sinh vật song không phải có ý nghĩa quyết định trong việc xử lý nước thải. *Dòng vai trò chủ yếu quyết định là các quá trình diễn ra bên trong tế bào vi sinh vật.*

Quá trình phân giải các chất bẩn hữu cơ trong nguyên sinh chất của tế bào sống là một phản ứng oxi hóa khử và có thể biểu diễn ở dạng tổng quát như sau:



Hoặc:



Sự oxi hóa các hợp chất hữu cơ và một số chất khoáng trong tế bào sống vi sinh vật được gọi là hô hấp. Nhờ năng lượng do vi sinh vật khai thác được trong quá trình hô hấp chúng mới có thể tổng hợp các chất mới để sinh trưởng, sinh sản, phát triển, trao đổi nhiệt, vận động.

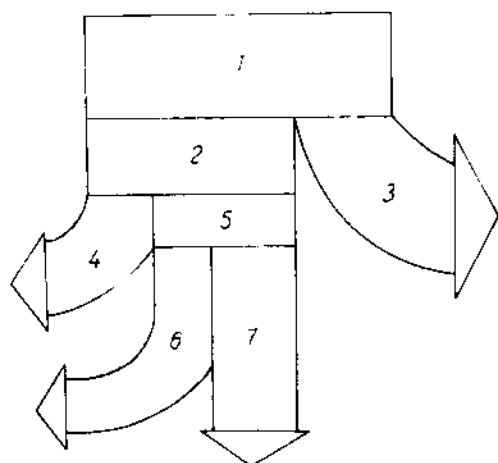
Cơ chế của các quá trình phân hủy các chất trong tế bào có thể tóm tắt như sau:

- Các chất đầu tiên bị oxi hóa là cacbon hidrat và một số các chất hữu cơ khác. Men của vi sinh vật sẽ tách hidro khỏi mớic xích và đem phối hợp với oxi

của không khí để tạo thành nước. Nhờ có hidro và oxi trong nước, các phản ứng oxi hóa - khử giữa các nguyên tử cacbon mới diễn ra được.

Đường, rượu và các chất axit hữu cơ khác là các sản phẩm đặc trưng nhất của các quá trình oxi hóa bởi vì sinh vật hiếu khí. Các chất đó khi phân hủy hoàn toàn sẽ tạo thành CO_2 và H_2O .

Thực ra không phải tất cả các chất đã bị giữ lại ở tế bào vi khuẩn (chỉ một phần) bị oxi hóa hoàn toàn thành CO_2 và H_2O . Phần còn lại sẽ bị đồng hóa và được sử dụng để tổng hợp các chất mới của tế bào, tức là để sinh khối của vi sinh vật tăng lên. Đồng thời song song với quá trình đồng hóa, trong tế bào vi sinh vật còn diễn ra quá trình dị hóa - phân hủy các chất có trong thành phần của tế bào sống. Như vậy một phần trong số các chất sống đã được tổng hợp lại tự bị oxi hóa. Sự chuyển hóa các chất khi xử lý nước thải có thể tóm tắt ở sơ đồ hình 10.1.

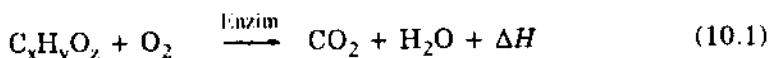


Hình 10.1. Sơ đồ chuyển hóa các chất hữu cơ khi oxy hóa sinh hóa nước thải:

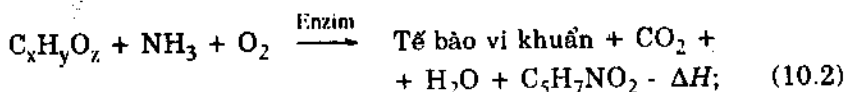
1- chất hữu cơ trước khi xử lý; 2- chất hữu cơ bị giữ lại trên bề mặt tế bào; 3- các chất hữu cơ còn lại trong nước thải sau khi xử lý; 4- các chất hữu cơ bị oxy hóa trực tiếp thành CO_2 , H_2O và sinh năng lượng; 5- các chất bị đồng hóa được tổng hợp để tăng sinh khối; 6- tự oxy hóa của vi sinh vật thành CO_2 và H_2O do men hô hấp nội bào; 7- phần dư của vi sinh vật

Theo Eckenfelder W.W và Conon D.J. (1961) thì quá trình xử lý sinh hóa hiếu khí nước thải gồm ba giai đoạn biểu-thị bởi các phản ứng sau:

1) Oxi hóa các chất hữu cơ:

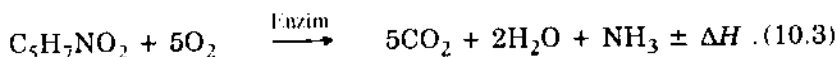


2) Tổng hợp để xây dựng tế bào:



3) Oxi hóa chất liệu tế bào (tự oxy hóa)

Tế bào vi khuẩn



Trong tất cả các phản ứng ΔH là lượng nhiệt (năng lượng) tỏa ra hoặc hấp thụ vào. Các chỉ số x, y, z tùy thuộc dạng chất hữu cơ chứa cacbon bị oxy hóa. Đối với các chất hữu cơ chứa N, S, cũng có thể biểu thị theo kiểu các phương trình phản ứng trên.

Phương trình (10.1) là phương trình thông thường đối với các quá trình oxy hóa.

Trong quá trình oxy hóa và tổng hợp, cacbon được tách ra ở dạng CO_2 , một phần có trong thành phần của nguyên sinh chất ($\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$), phần cacbon còn lại nằm trong tế bào vi khuẩn ở dạng polisacarit glucogen ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n. Do vậy sự tăng sinh khối tế bào là tổng số anbumin và polisacarit đó.

Nếu có mặt nitơ thì sản phẩm là nitrat và có mặt lưu huỳnh thì sản phẩm là sunfat. Sự tổng hợp thành tế bào chất ở bùn hoạt tính hoặc màng sinh vật như phương trình (10.2) phải dùng đến muối amon làm nguồn nitơ; C là thành phần có trong tất cả các hợp chất hữu cơ, H và O lấy từ nước.

Thành phần tế bào vi khuẩn ở thời điểm hô hấp nội bào có dạng $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$. Khi làm thoáng và tiếp xúc với nước thải chứa chất hữu cơ sẽ diễn ra quá trình tích lũy và hô hấp hoạt tính, thành phần hóa học của tế bào sẽ có dạng $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 - \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$. Tiếp tục làm thoáng, các chất hữu cơ (NOS) của nước thải sẽ được chuyển hóa. Vi sinh vật trong bùn hoạt tính (hoặc màng sinh vật) sẽ sử dụng các chất đã hấp thụ để thực hiện trao đổi chất, sinh trưởng, sinh sản và phát triển. Sau quá trình làm thoáng, tổ hợp tất cả các quá trình theo các phương trình phản ứng (10.1), (10.2), (10.3) tế bào lại trở thành dạng $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$. Từ phương trình (10.3) có thể thấy rằng nếu toàn bộ các tế bào bị oxy hóa hoàn toàn thì NOS (BOD) toàn phần của tế bào gấp 1,42 lần nồng độ tế bào.

a) Sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật

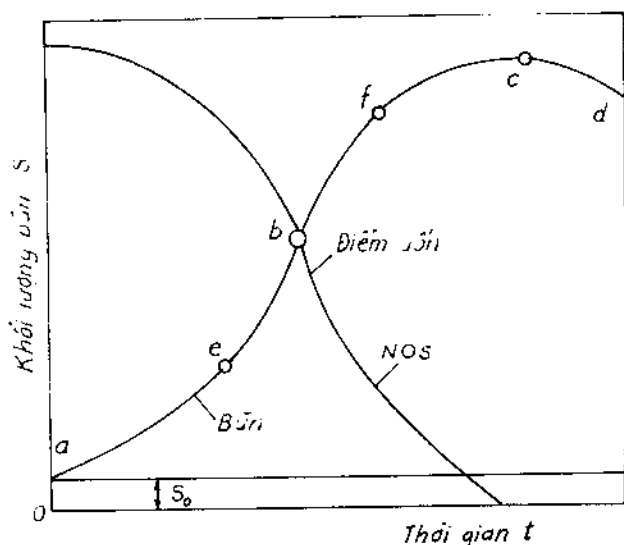
Sự sinh trưởng của vi sinh vật là sự tăng sinh khối của nó do hấp thụ, đồng hóa các chất dinh dưỡng. Theo nghĩa rộng, sinh trưởng hay sự tăng sinh khối là tăng trọng lượng, kích thước hoặc số lượng tế bào (ở đây kể cả việc giảm kích thước, số lượng tế bào hay còn gọi là sinh trưởng âm tính)

Như vậy hiệu quả của sự dinh dưỡng (cũng đồng thời là sự giảm NOS) là quá trình tổng hợp các bộ phận của cơ thể - tế bào và sự tăng sinh khối - sức sinh trưởng. Các quá trình diễn ra không đồng đều theo thời gian và không gian trong tế bào vi sinh vật.

Tất cả những biến đổi về hình thái, sinh lý diễn ra trong cơ thể được tổng hợp trong khái niệm "phát triển". Sinh sản cũng là một trong những kết quả của phát triển.

Ở những nơi có vi sinh vật thực hiện quá trình xử lý nước thải, sự sinh trưởng cũng được coi là sự tăng số lượng tế bào và sự thay đổi kích thước tế bào. Kích thước tế bào dao động xung quanh một giá trị trung bình thì việc tính số lượng tế bào cũng phản ánh được sự tăng tổng số sinh khối của vi sinh vật.

Sự sinh trưởng hay sự tăng sinh khối của vi sinh vật (bùn hoạt tính) khi xử lý nước thải bằng phương pháp sinh hóa trong điều kiện hiếu khí được biểu thị bằng đường cong abcd ở hình 10.2.



Hình 10.2. Mối quan hệ giữa sự chuyển hóa NOS và sự phát triển của bùn

Ở nồng độ thấp của bùn, đường cong cho thấy sinh khối của bùn có xu thế tăng theo cấp số nhân (a - b). Giai đoạn này gọi là pha tiềm phát rồi pha sinh trưởng lôgarit - ở đây tốc độ phân đôi tế bào trong bùn sẽ điều hòa đạt giá trị tối đa. Điều kiện chủ yếu là đáp ứng đầy đủ chất dinh dưỡng.

Phần giữa của đường cong gần như tuyến tính (e-f). Khi chất dinh dưỡng bắt đầu cạn kiệt, tốc độ sinh trưởng (nhân đôi) cũng bắt đầu giảm theo qui luật phản ứng bậc nhất (b - c).

Sự sinh sản của vi sinh vật dần đạt tới tiệm cận tùy thuộc nồng độ chất dinh dưỡng. Giai đoạn này gọi là pha sinh trưởng chậm dần.

Phần đường cong c - d biểu thị sự giảm sinh khối của bùn bởi quá trình tự oxi hóa diễn ra. Nguyên nhân là đã nghèo và hết chất dinh dưỡng. Giai đoạn này gọi là pha oxi hóa nội bào của bùn hoạt tính. Lúc đầu quá trình tự oxi hóa diễn ra theo kiểu phản ứng bậc nhất, sau đó tốc độ oxi hóa cũng giảm đi, vật

chất cấu tạo của tế bào vi khuẩn giảm rất ít và không bị oxi hóa nữa.

b) *Sự chuyển hóa chất hữu cơ (hay sự giảm nhu cầu oxi sinh hóa) của nước thải*

Sau khi nước thải tiếp xúc với bùn, ban đầu tốc độ chuyển hóa các chất hữu cơ rất cao, các chất lơ lửng và keo được chuyển hóa do đồng tụ sinh học và hấp phụ. Các chất hữu cơ hòa tan được chuyển hóa nhờ hấp phụ sinh học. Tốc độ chuyển hóa đó tùy thuộc đặc tính nước thải và bùn. Trong khi đó tốc độ sinh trưởng của bùn (vi sinh vật) cũng đạt tới giá trị cao nhất, các chất hữu cơ tích lũy trong tế bào vi sinh vật cũng rất nhiều. Muốn oxi hóa các chất đã tích lũy đó đòi hỏi phải làm thoáng một thời gian khá lâu trong nhiều giờ.

Thường tốc độ chuyển hóa rất nhanh ở khoảng thời gian 10- 15 ph đầu. Trong thời gian này lượng chất hữu cơ có thể chuyển hóa bởi 1g bùn được biểu thị bằng phương trình sau:

$$-\frac{dL}{dS} = K_1 L \quad (10.4)$$

Sau khi tích phân ta được:

$$\frac{L_{ri}}{L_i} = 1 - e^{-K_1 S} \quad (10.5)$$

trong đó K_1 - hằng số tốc độ chuyển hóa ban đầu, 1/thời gian; S - lượng bùn hoạt tính ban đầu, g/l; L_{ri} - lượng chất hữu cơ (NOS) đã được chuyển hóa trong khoảng thời gian đó; L_i - lượng chất hữu cơ của nước thải.

c) *Mối tương quan về toán học giữa sự chuyển hóa chất bẩn hữu cơ của nước thải và sự sinh trưởng của bùn*

Ở nồng độ cao của các chất hữu cơ, tốc độ đồng hóa, tốc độ sinh trưởng và khi đó cả tốc độ chuyển hóa các chất (tốc độ giảm NOS) thường phụ thuộc nồng độ:

- Ở thời điểm đầu của quá trình làm thoáng ta đặt:

S_0 - nồng độ ban đầu của bùn (vi sinh vật), mg/l;

L_0 - NOS ban đầu của nước thải, mg/l.

- Qua thời gian t ta có:

S - nồng độ bùn ở thời điểm t , mg/l;

$\Delta S = S - S_0$: lượng tăng sinh khối của bùn trong một đơn vị thể tích, mg/l;

L_r - lượng NOS đã giảm (đã bị khử) trong thời gian t ;

$L_i = L_0 - L_r$: lượng NOS còn lại trong nước thải, mg/l;

K_1 - hằng số tốc độ sinh trưởng logarit (1/thời gian);

K_2 - hằng số tốc độ chuyển hóa (giảm NOS).

Đặt α là tỷ lệ NOS (các chất hữu cơ) đã chuyển hóa và tổng hợp thành bùn

- tức là để tăng khối bùn. Khi đó:

$$a.L_r = \Delta S, \quad (10.6)$$

$$S = S_0 + \Delta S = S_0 + aL_r. \quad (10.7)$$

Tỷ lệ các hợp chất bị phân hủy biến thành tế bào sống tính theo phần trăm đối với một số hợp chất như sau:

Cacbon hidrat	65-85%
Rượu	52-66%
Axit amin	32-68%
Axit hữu cơ	10-60%
Hidrocarbon	10-30%

Ở giai đoạn một. Pha sinh trưởng $\log(a - b)$ với nồng độ cao của các chất dinh dưỡng, ở nhiệt độ cho trước, tốc độ sinh trưởng chỉ bị giới hạn bởi tốc độ phân đôi tế bào

$$\frac{dS}{dt} = K_1 S, \quad (10.8)$$

K_1 - hằng số tốc độ sinh trưởng, còn có thể coi là thời gian cần thiết để tế bào phân đôi.

Sau khi tích phân ta được:

$$\ln \frac{S_0 + \Delta S}{S_0} = K_1 t, \quad (10.9)$$

$$\text{hoặc} \quad \ln \frac{S_0 + \Delta S}{S_0} = K_1 t = \ln \left(1 + \frac{aL_r}{S_0} \right). \quad (10.10)$$

ứng với giai đoạn một (đoạn $a - b$) đường biểu diễn mối quan hệ $\ln[1 + (aL_r/S_0)]$ theo t là một hàm số bậc nhất (đường thẳng). Độ dốc của đường biểu diễn $\ln[1 + (aL_r/S_0)]$ xác định giá trị K_1 , tức là hằng số tốc độ sinh trưởng logarit. Sau điểm b độ dốc giảm dần chứng tỏ tốc độ giảm và chuyển sang giai đoạn hai.

Ở giai đoạn hai. Giai đoạn tốc độ sinh trưởng giảm ($b - c$). Khi nồng độ chất hữu cơ (NOS) thấp, tốc độ sinh trưởng của bùn, tốc độ chuyển hóa NOS sẽ tuân theo qui luật phản ứng bậc một. Tức là sẽ giảm và tỷ lệ với chất hữu cơ còn lại.

$$-\frac{dL}{dt} = K_2 L; \quad -\frac{dL}{dt} = K'_2 S_3 L. \quad (10.11)$$

Sau khi tích phân ta được:

$$\ln \frac{L_c}{L} = -K'_2 S_3 t, \quad (10.12)$$

L_c - NOS của nước ở thời điểm t .

Giá trị của K_1 và thời gian tái sinh của một số vi khuẩn được giới thiệu ở bảng 10.3 theo Buswell (1950).

Bảng 10.3. Thời gian tái sinh của một số vi khuẩn

Vi khuẩn	Thời gian tái sinh	
	phút	K_1 , 1/h
<i>Proteus vulgaris</i>	21,5	1,94
<i>Escherichia coli</i>	16,5-17	2,48
<i>Aerobacter aerogens</i>	17,2-17,4	2,4
<i>Elbertella typhosa</i>	23,5	1,77
<i>Diplococcus pneumoniae</i>	20,5	2,09
<i>Clostridium butyricum</i>	51,0	0,81
<i>Rhizobium trifolii</i>	101-174	0,24-0,81
<i>Rhizobium japonicum</i>	343,8-160,8	0,09-0,12

10.1.1.2. Điều kiện, yêu cầu và yếu tố môi trường ảnh hưởng tới quá trình xử lý

Khi trong nước thải chứa các chất bẩn hữu cơ dễ hoặc có thể bị oxy hóa sinh hóa và khi trong điều kiện môi trường thích hợp (sự cung cấp oxy, pH, nhiệt độ của nước thải, nồng độ các chất độc hại không vượt quá giới hạn cho phép,...) thì có thể dùng phương pháp sinh hóa để xử lý.

Tất nhiên còn phải đảm bảo đủ lượng các nguyên tố dinh dưỡng (N,P,K,Fe,...) trong nước thải.

a) Điều kiện đầu tiên là phải đảm bảo cung cấp đủ lượng O_2 một cách liên tục và sao cho lượng O_2 hòa tan trong nước ra khỏi bể lắng đợt hai không nhỏ hơn 2mg/l.

b) Nồng độ cho phép các chất bẩn hữu cơ: có nhiều chất bẩn trong nước thải sản xuất ở mức độ nhất định nào đó sẽ phá hủy chế độ hoạt động - sống bình thường của vi sinh vật. Các chất độc hại đó thường có tác dụng làm hủy hoại thành phần cấu tạo của tế bào.

Khi thực hiện xử lý sinh hóa nước thải công nghiệp chung với nước thải sinh hoạt thì hiệu suất xử lý sẽ cao hơn so với khi chỉ xử lý nước thải công nghiệp.

Hỗn hợp nước thải sinh hoạt và công nghiệp chảy vào công trình xử lý sinh hóa phải có NOS toàn phần không được quá 500mg/l, nếu dùng các bể aerôten - bể trộn thì NOS toàn phần không được quá 1000mg/l. Nếu vượt quá giới hạn đó thì phải dùng nước sản xuất qui ước sạch, nước sông hoặc nước đã xử lý rồi để pha loãng.

Mức độ pha loãng cần thiết có thể xác định theo công thức:

$$m = \frac{L_{sx} - L_{hh}}{L_{hh} - L_{sh}}, \quad (10.13)$$

trong đó m - là tỷ lệ giữa lượng nước thải sinh hoạt và sản xuất; L_{sx} - NOS toàn phần của nước thải sản xuất bản, mg/l; L_{hh} - NOS toàn phần của hỗn hợp nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất, mg/l; L_{sh} - NOS toàn phần của nước thải sinh hoạt, mg/l.

c) Lượng các nguyên tố dinh dưỡng cần thiết để các quá trình sinh hóa diễn ra bình thường không được thấp hơn giá trị nêu ra ở bảng 10.4.

Bảng 10.4. Nồng độ các chất dinh dưỡng cần thiết

NOS toàn phần của nước thải, mg/l	Nồng độ nitơ trong muối amon, mg/l	Nồng độ photpho theo P_2O_5 , mg/l
< 500	15	3
500 - 100	25	8

Ngoài các nguyên tố dinh dưỡng chủ yếu ở trên còn cần có K, Mg, Ca, S, Fe,... những nguyên tố này thường có đủ trong nước thải nên không phải cho thêm.

Khí các nguyên tố dinh dưỡng ở dạng các hợp chất giống như những hợp chất trong tế bào thì sẽ tốt, dễ hấp thụ vào tế bào vi sinh vật. Ví dụ, nitơ của các chất trong tế bào ở dạng khử (NH_4^+); photpho ở trạng thái oxi hóa (H_3PO_4), những chất này là chất dinh dưỡng tốt nhất với vi sinh vật.

Thiếu các nguyên tố dinh dưỡng sẽ kìm hãm và ngăn cản các quá trình oxi hóa sinh hóa.

Nếu thiếu nitơ một cách lâu dài, ngoài việc cản trở quá trình sinh hóa, còn tạo bùn hoạt tính khó lắng và trôi theo nước khỏi bể lắng đợt hai.

Nếu thiếu photpho trong nước thải sẽ tạo ra vi sinh vật dạng sợi chỉ làm cho quá trình lắng diễn ra chậm và giảm hiệu suất oxi hóa các chất hữu cơ.

Yêu cầu về lượng các nguyên tố dinh dưỡng không cố định, bởi vì sự phát triển vi sinh vật khi oxi hóa các chất khác nhau sẽ không đều nhau.

Để xác định sơ bộ lượng nguyên tố dinh dưỡng cần thiết đối với nhiều loại nước thải công nghiệp có thể chọn tỷ lệ:

$$NOS_p : N : P = 100 : 5 : 1.$$

d) Nồng độ giới hạn cho phép của các chất độc. Trong nước thải, hàm lượng muối của các kim loại nặng và các chất độc không được vượt quá nồng độ giới hạn cho phép. Nồng độ cho phép của một số chất khi xử lý bằng phương

pháp sinh hóa ở bảng 10.5.

Bảng 10.5. Nồng độ giới hạn cho phép của các chất trong nước thải chảy vào các công trình làm sạch sinh học (C_{cp} (g/m³))

Tên chất	C_{cp}	Tên chất	C_{cp}
Axit acrylic	100	Kerolin (dầu lửa)	500
Rượu amilic	3	Crezol	100
Anilin	100	Lactonitryl	160
Axetatandehit	750	Mỡ bôi trơn	100
Axit benzoic	150	Axit butyric	500
Benzen	100	Đồng (ion)	0,4
Vanadi (ion)	5	Metacrylamit	300
Vinylaxetat	250	Rượu metylic	200
Viniliden clorua	1000	Axit monocloaxetic	100
Hydroquinon	15	Axen (ion)	0,2
Dimetylformamit	100	Nekal	100
Di.2.etylhexin		Sản phẩm dầu	100
Pheniphosphat	100	Niken (ion)	1
Axit dicloaxetic	100	OP-7; OP-10	10
Dicloxioklohexan	12	Piridin	400
Dietylamin	100	Pirocatesin	100
Dietylglycol	300	Tributylphosphat	100
Caprolactan	100	Trietylamin	85
Rezoxin	100	Trinitrotoluen	12
Amon rodanua	500	Triphenylphosphat	10
Chì (ion)	1	Amon axetat cacbonat	500
Axit stearic	300	Phenol	1000
Sunfanol	10	Formandehit	160
Sunfua (theo H ₂ S)	20	Clobenzen	10
Antimon Sb (ion)	0,2	Toluen	200

e) Giá trị pH ảnh hưởng rất lớn đến quá trình tạo men trong tế bào và quá trình hấp thụ các chất dinh dưỡng vào tế bào.

Đối với đa số vi sinh vật khoảng giá trị pH tối ưu là 6,5 - 8,5.

f) Nhiệt độ nước thải ảnh hưởng rất lớn tới chức năng hoạt động của vi sinh vật. Đối với đa số vi sinh vật, nhiệt độ nước thải trong các công trình xử lý không dưới 6°C và không quá 37°C.

g) Nồng độ của muối vô cơ trong nước thải không quá 10g/l.

Lượng các chất lơ lửng chảy vào các công trình không quá 100mg/l khi dùng bể lọc sinh vật và 150mg/l khi dùng bể aêrôten.

Ngoài ra các cấu trúc của chất bẩn và các loại vi sinh vật là những yếu tố

rất quan trọng quyết định tốc độ của các quá trình oxi hóa sinh hóa.

10.1.1.3. Cấu trúc của các chất bền và bền hoạt tính

a) Sự oxi hóa sinh hóa và cấu trúc của một số hợp chất hữu cơ trong nước thải công nghiệp

Tác nhân tham gia vào quá trình phân hủy các chất bền hữu cơ là vi khuẩn, xạ khuẩn, nấm và một số động vật hạ đẳng.

Quá trình oxi hóa sinh hóa các hợp chất hữu cơ phụ thuộc cấu trúc hóa học của các chất đó và nhiều yếu tố. Sự có mặt của các nhóm định chức trong một phân tử, số phân tử và cấu trúc phân tử, độ hòa tan, tính đồng phân trùng hợp, khả năng tạo các sản phẩm trung gian, tác dụng tương hỗ giữa các sản phẩm đó,... Bên cạnh các yếu tố hóa lý còn có một loạt các yếu tố sinh học tác động tới quá trình như: mức độ khả năng trao đổi chất của vi sinh vật, khả năng thích nghi của chúng... Thời gian thích nghi của vi sinh vật cũng rất khác nhau từ vài giờ tới 200 ngày và hơn nữa.

Bên cạnh các chất dễ bị oxi hóa như: cacbon hidrat còn có rất nhiều chất chỉ bị oxi hóa một phần hoặc thậm chí hoàn toàn không bị phân hủy dù có những vi khuẩn thích nghi tham gia vào quá trình. Đó là các chất hữu cơ tổng hợp - hidrocaarbon, rượu, andehit, este,...

Người ta đã nghiên cứu và phân chia vi sinh vật phân hủy các chất bền vững ra làm ba nhóm:

- Nhóm vi sinh vật phân hủy các hợp chất mạch hở: rượu mạch thẳng, andehit, xeton, axit;
- Nhóm vi sinh vật phân hủy các hợp chất thơm: benzen, phenol, toluen, xilen v.v.;
- Nhóm vi sinh vật oxi hóa hidrocaarbon dây polimetyl (hidrocaarbon của dầu lửa), hidrocaarbon no mạch hở - parafin.

Có nhiều chất trong nước thải rất bền vững với điều kiện môi trường bên ngoài, nhưng vi sinh vật vẫn có khả năng phân hủy được với điều kiện cung cấp đầy đủ oxi và các chất dinh dưỡng. Nhiều vi sinh vật có khả năng phân hủy nhiều loại chất khác nhau, nhưng cũng có loại vi sinh vật chỉ có khả năng phân hủy một loại chất nhất định.

Khi nghiên cứu khả năng oxi hóa sinh hóa của các chất hữu cơ có cấu trúc khác nhau, nhiều tác giả đã đi đến kết luận như sau:

- Những hợp chất với trọng lượng phân tử lớn, với cấu trúc nhiều mạch nhánh bên là những chất không bị oxi hóa sinh hóa;
- Các chất không bị oxi hóa sinh hóa là những chất mà men (enzim) của vi sinh vật rất khó thâm nhập vào cũng là những chất khó thẩm thấu khuếch tán

qua màng tế bào;

- Đối với những chất có nguyên tử cacbon ở trung tâm, dù chỉ còn một liên kết H-C thì mức độ ảnh hưởng của cấu trúc nhánh phân tử đối với quá trình oxi hóa sinh hóa sẽ giảm đi;

- Trong liên kết H-C nếu thay nguyên tử hiđro bằng các nhóm alkyl hoặc aryl sẽ khó bị oxi hóa sinh hóa hơn;

- Ngoài cacbon, nếu trong mạch có các nguyên tử khác nhau thì sẽ làm cho chất hữu cơ bền vững hơn đối với quá trình oxi hóa sinh hóa. Ảnh hưởng nhiều nhất là mạch có oxi rồi đến lưu huỳnh và nitơ.

b) Thành phần và cấu trúc của các loại vi sinh vật tham gia xử lý nước thải

Bùn hoạt tính, màng sinh vật là tập hợp các loại vi sinh vật khác nhau. Bùn hoạt tính là bông màu vàng nâu dễ lắng có kích thước 3 - 150 μ m. Những bông gồm các vi sinh vật sống và chất rắn (40%). Những sinh vật sống là vi sinh vật (vi khuẩn), động vật hạ đẳng, dòi, giun, nấm men, nấm mốc và xạ khuẩn.

Màng sinh vật phát triển ở bề mặt các hạt vật liệu lọc có dạng nhầy, dày 1 - 3 mm và hơn nữa. Màu của nó thay đổi theo thành phần nước thải, từ vàng xám đến màu nâu tối. Màng sinh vật cũng gồm vi khuẩn, nấm, mốc và các sinh vật khác. Trong quá trình xử lý, nước thải sau khi qua bể lọc sinh vật, có mang theo các hạt (phần tử) của màng sinh vật hình dạng khác nhau, kích thước 15 - 30 μ m, với màu vàng sáng và nâu.

Những loài vi khuẩn tham gia vào quá trình xử lý thường là các loại trực khuẩn không tạo nha bào gram âm. Sự có mặt của các loại vi khuẩn dị dưỡng, với nhiều kiểu trao đổi chất sẽ làm cho bùn hoạt tính nhanh chóng thích nghi với nhiều loại nước thải khác nhau. Ngoài ra chúng còn có khả năng sử dụng nitơ hữu cơ. Nhiều loại có khả năng khử nitrat.

10.1.2. Các công trình và cách tính toán

10.1.2.1. Loại công trình xử lý nước thải

Để xử lý nước thải công nghiệp bằng phương pháp sinh hóa trong điều kiện hiếu khí người ta cũng dùng những công trình như đối với nước thải sinh hoạt. Chọn loại công trình phải tính đến số lượng và đặc điểm về thành phần và tính chất nước thải sản xuất cũng như yêu cầu chất lượng nước sau khi làm sạch.

Đối với các loại nước thải sản xuất của nhiều lĩnh vực công nghiệp (hóa dầu, hóa chất, gỗ, dệt, giấy, sợi nhân tạo,...) dùng loại bể aerôten - bể trộn sẽ cho hiệu quả tốt nhất.

Tính toán và cấu tạo các công trình xử lý nước thải sản xuất cũng giống như đối với nước thải sinh hoạt. Những số liệu để tính toán là các chỉ tiêu phân tích nước thải, trong đó chủ yếu là NOS - nhu cầu oxi sinh hóa toàn phần của nước thải chứ không phải hàm lượng của một chất bất cụ thể nào. Tuy nhiên chỉ tiêu này không tính đến lượng chất hữu cơ tiêu thụ để tạo bùn hoạt tính hoặc màng sinh vật. Chỉ có chỉ tiêu NOH - nhu cầu oxi hóa học mới phản ánh nồng độ của các chất bất hữu cơ một cách đầy đủ. Ở bảng 10.6 là các số liệu về giá trị NOS và NOH của một số chất trong nước thải sản xuất.

Bảng 10.6. Giá trị NOS toàn phần và NOH của một số chất (mgO₂/mg chất)

Chất bản	NOS toàn phần	NOH	Chất bản	NOS toàn phần	NOH
Benzen	1,15	3,07	Formaldehyt	0,75	1,07
Toluen	1,1	1,87	Axetat aldehyt	1,068	1,82
Kerolin-benzen	0,162		Butylic aldehyt	1,23	2,44
Metylen clorua	0	0,565	Axeton	1,68	2,17
Clorofom	0	0,335	Axit axetic	0,86	1,065
Cacbon clorua	0	0,208	Axit formic	0,276	0,35
Viniliden clorua	0	0,825	Axit butylic	1,4	1,78
Mazut	0,33	3,33	Axit stearic	1,79	2,94
Benzen	0,11	3,54	Axit panminic	2,03	2,87
Stirol	1,60	3,07	Axit acrylic	0,83	1,33
Metylstirol	1,58	3,11	xà phòng canifonic	1,2	2,2
2-Etylbutadien-1,3 (izopren)	0,55	3,285	Axit benzoic	1,61	1,97
Rượu metylic	0,98	1,5	Dietylamin	1,31	1,95
Rượu etylic	1,82	2,08	Trietylamin	0,05	3,08
Rượu butylic	1,43	2,60	Anilin	1,9	2,41
Rượu N-octylic	1,2	2,95	Metaacrylamit	0,9	1,695
Rượu allylic	1,5	2,2	Sacaroza	0,49	1,12
Dietyl glycol	0,167	1,27	Glucosa	0,54	0,92
Glixerin	0,86	1,23	Phenol	1,16-	
Trimetylpropan	không phân hủy			1,18	2,28
Metylbutadien	1,35	2,15	Ortocrezol	1,56	2,52
Tributylphosphat	0,1	2,16	Pirocatesin	1,465	1,89
Tricrezinphosphat	1,3	2,2	Hi droquinon	0,458	1,84
Vinylaxetat	1	1,673	Necalbutynaphthalin sunfat	0,07	0,09
Izobutylaxetat	2,05	2,2			

Qua bảng này ta thấy tỷ lệ giữa hai chỉ tiêu đó đối với nước thải sản xuất dao động trong một khoảng khá lớn từ 0,0 đến 0,9. Như vậy nhờ có chỉ tiêu đó mới đánh giá được khả năng khoáng hóa của các chất hữu cơ. Tỷ lệ NOS : NOH hợp lý nhất là 0,4 trở lên. Hiệu số giữa NOH và NOS càng lớn thì lượng chất hữu cơ tiêu thụ để làm chất liệu xây dựng tế bào (bùn, màng sinh vật) càng nhiều tức là lượng tăng sinh khối của vi sinh vật càng lớn. Do vậy khi NOH lớn, NOS nhỏ thì nên chọn bể aerôten với tái sinh bùn hoạt tính riêng biệt, không nên chọn bể lọc sinh vật cao tải và càng không được chọn bể lọc sinh vật kiểu nhỏ giọt, vì sẽ tạo nhiều màng sinh vật, dễ gây ra tắc và bít lỗ hổng giữa các hạt vật liệu lọc.

Để tính toán sơ bộ, có thể xác định lượng tăng sinh khối của bùn theo phương trình sau:

$$\Delta S = \frac{Y_0 - Y_1 - L_0 + L_1}{r} \cdot a_0, \text{ mg/l}, \quad (10.14)$$

trong đó ΔS - lượng tăng sinh khối của bùn sau khi ra khỏi bể aerôten; Y_0 , Y_1 - NOH của nước vào và ra khỏi bể aerôten, mg/l; L_0 , L_1 - NOS toàn phần của nước vào và ra khỏi bể, mg/l; a_0 - lượng bùn (lượng sinh khối) giảm do quá trình tự oxi hóa trong thời gian nước lưu lại trong bể aerôten, mg/l; r - NOH của 1mg sinh khối của bùn, mg/mg hay $k = 1/r$ là hệ số đặc trưng cho lượng bùn tạo ra từ 1mg hiệu số (NOH - NOS). Đối với nước thải sản xuất $k = 0,1 - 0,9$.

Lượng tăng sinh khối của màng sinh vật thường bằng khoảng 25% lượng tăng sinh khối của bùn hoạt tính ở bể aerôten với cùng một loại nước thải.

Việc tính toán bể lọc sinh vật và bể aerôten đã được trình bày ở giáo trình xử lý nước thải.

Dung tích cần thiết của các công trình thường tính theo năng lực oxi hóa (NO) của công trình hoặc tốc độ oxi hóa các chất hữu cơ (tốc độ tiêu thụ oxi), lưu lượng và NOS của nước thải, mức độ cần thiết xử lý.

Năng lực oxi hóa của bể lọc sinh vật hoặc bể aerôten tùy thuộc vào đặc tính các chất bẩn và yếu tố khác. Đối với bể aerôten, năng lực oxi hóa tỷ lệ với bùn hoạt tính và thay đổi trong một khoảng khá lớn.

Ví dụ, đối với nước thải chứa rượu metylic, rượu etylic,..., $NO = 750 - 1250 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ ngày đêm;

đối với axit stearic, axetic, $NO = 400 - 1200 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ ngày đêm;

đối với phenol, $NO = 200 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ ngày đêm;

đối với benzen, anilin, formalin $NO = 600 - 700 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ ngày đêm.

Khi không có các số liệu thí nghiệm, để tính toán bể aerôten có thể chọn $NO = 600 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ ngày đêm với nồng độ bùn hoạt tính là 3g/l .

Tùy thuộc vào thành phần các chất bẩn, có thể có các trường hợp sau đây:

1) Nếu nước thải chứa một loại chất bẩn hoặc chứa nhiều chất bẩn nhưng có thể đồng thời bị oxy hóa bởi vi sinh vật và với tốc độ oxy hóa như nhau thì thời gian xử lý được xác định bởi tốc độ phản ứng oxy hóa và nồng độ tổng cộng của tất cả các chất (NOS_{tp}).

Khi đó thể tích bể aerôten sẽ là W :

$$W = Q_{tbh} \cdot t = Q_{tbh} \frac{L_0 - L_1}{NO}, m^3, \quad (10.15)$$

trong đó Q_{tbh} - lưu lượng trung bình giờ của nước thải, m^3/h ; t - thời gian làm thoáng - thời gian nước lưu lại trong bể; h ; L_0, L_1 tương ứng NOS của nước thải trước và sau khi xử lý; NO - năng lực oxy hóa của bể aerôten đối với loại nước thải đó hoặc trong nhiều trường hợp người ta coi là tốc độ oxy hóa trung bình R của chất bẩn hữu cơ có cùng thứ nguyên $mg/l.h$.

Lượng không khí đơn vị cần thiết:

$$D = \frac{R_1}{3n}, m^3/m^3 \text{ nước}, \quad (10.16)$$

trong đó n - hệ số sử dụng oxy

2) Nếu các chất bẩn của nước thải bị oxy hóa đồng thời nhưng với tốc độ rất khác nhau thì thời gian xử lý tùy thuộc vào nồng độ từng chất riêng biệt, vào tốc độ oxy hóa của những chất đó và xác định theo mức độ phân hủy cần thiết của chất bị oxy hóa có tốc độ oxy hóa chậm nhất.

Chẳng hạn có hai nhóm các chất bẩn hữu cơ với tốc độ oxy hóa trung bình khác nhau:

$$\text{đối với nhóm một: } t_1 = \frac{a_1 - b_1}{R_1} \quad (10.17a)$$

$$\text{đối với nhóm hai: } t_2 = \frac{a_2 - b_2}{R_2}, \quad (10.17b)$$

trong đó t_1, t_2 - tương ứng là thời gian làm thoáng đối với nhóm một và nhóm hai; R_1, R_2 - tốc độ oxy hóa trung bình đối với nước thải nhóm một và nhóm hai $mg/l.h$; a_1, a_2 - nồng độ chất bẩn nhóm một và hai trong hỗn hợp nước thải khi vào bể, mg/l ; b_1, b_2 - nồng độ chất bẩn nhóm một và hai trong hỗn hợp nước thải sau khi ra khỏi bể mg/l .

Nếu $t_2 > t_1$ thì chọn thời gian làm thoáng t_2 và ngược lại.

Lượng không khí đơn vị cần thiết:

$$D = \frac{1}{3n} (R_1 t_1 + R_2 t_2), m^3/m^3 \text{ nước}. \quad (10.18)$$

3) Nếu các chất bẩn bị oxi hóa nối tiếp nhau thì thời gian xử lý sẽ bằng tổng thời gian oxi hóa của các chất bẩn riêng biệt.

$$t = t_1 + t_2. \quad (10.19)$$

Lượng không khí đơn vị cần thiết chọn theo nhóm chất có tốc độ oxi hóa lớn hơn (chẳng hạn $R_1 > R_2$):

$$D = \frac{R_1 t}{3n}. \quad (10.20)$$

Ở trên ta thấy chỉ tiêu cơ bản đặc trưng cho quá trình oxi hóa sinh hóa các chất bẩn hữu cơ trong nước thải là tốc độ oxi hóa theo thời gian. Thường người ta lấy tốc độ oxi hóa trung bình trong suốt thời gian xử lý nước thải.

Tốc độ oxi hóa phụ thuộc nhiều yếu tố: bản chất, cấu trúc chất bẩn hữu cơ, bùn hoạt tính và nồng độ của nó, lượng oxi hòa tan, nhiệt độ, pH, v.v. Mặt khác, tốc độ oxi hóa, do đó thời gian xử lý, lượng không khí cần thiết và giá thành xây dựng quản lý công trình đều phụ thuộc tất cả những yếu tố đó.

Tốc độ oxi hóa trung bình của một chất tùy thuộc vào liều lượng bùn và tốc độ oxi hóa riêng của chất đó tính theo 1g bùn;

$$R = K.S, \quad (10.21)$$

trong đó K - tốc độ oxi hóa riêng của chất hữu cơ tính theo 1g chất không tro của bùn, mg/g h; S - liều lượng bùn tính theo chất khô không tro trong hỗn hợp nước - bùn ở bể aerôten, g/l.

Tốc độ oxi hóa riêng của các chất bẩn chỉ có thể xác định bằng thực nghiệm. Ở bảng 10.7 là tốc độ oxi hóa riêng của một số chất bẩn hữu cơ trong nước thải.

Bảng 10.7. Tốc độ oxi hóa riêng K của các chất bẩn hữu cơ của một số loại nước thải

Loại nước thải	K mg/gh	Loại nước thải	K mg/gh
Nước thải thành phố	12-15	Nước thải chứa dầu	
Nhà máy trích ly colophan	12	- trạm chưng khừ muối	6,6
Nhà máy cao su tổng hợp	-	- toàn nhà máy hóa dầu	10
Nhà máy divinylstiroi	7	Nước thải sản xuất glycerin	
Nhà máy metylstiren	13	- tiokol	7
Nhà máy clopren	16	- axetat	30
Nhà máy izopren	12	Canxi sunfat	10
Nước thải chứa phenol		Rượu metylic, butylic	-
- khí chế biến đá phiến	12	Sản xuất sợi tổng hợp	36
- khí chế biến than nâu	16	Chế biến khí than	15
Nhà máy giấy xenluloza		Sản xuất axit béo, thơm	
- sunfit	3,3	- benzen	7
- sunfat	9,4	- axit benzoic	15
		Nước thải sinh hoạt	20-25

10.1.2.2. Tính toán lượng chất dinh dưỡng cần thiết

Muốn xử lý bằng phương pháp sinh hóa, hàm lượng các chất dinh dưỡng phải không thấp hơn các giá trị ghi ở bảng 10.4.

Trong nước thải sinh hoạt lượng nitơ là 8g/người ngày đêm, lượng photpho là 1,7g/người ngày đêm. Trong một số loại nước thải sản xuất hàm lượng các nguyên tố này thường ít hơn hoặc thậm chí không có. Vì vậy nếu không đủ các chất dinh dưỡng người ta phải cho thêm vào.

Những nguyên tố dinh dưỡng thường có trong thành phần các chất như diamon photphat, kali photphat, nước amoniac, supephotphat,... Khi nước thải có tính kiềm người ta dùng axit photphoric, khi nước thải trung tính hoặc có tính kiềm yếu người ta dùng photphat.

Lượng chất dinh dưỡng cần thiết có thể tính như sau:

Ví dụ, khi cho nitơ ở dạng amon photphat $[(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ vào nước thì lượng chất đó cần là:

$$M = \frac{n \cdot 203}{42} \cdot Q, \text{ kg/ngày đêm}, \quad (10.22)$$

hoặc ở dạng kali photphat thì lượng chất này cần cho thêm là:

$$M = \frac{n \cdot 348}{142} \cdot Q, \text{ kg/ngày đêm}, \quad (10.23)$$

trong đó n - lượng N hoặc P (dạng P_2O_5) thiếu hụt trong nước kg/m^3 nước; 203, 348 - trọng lượng phân tử của amon photphat và kali phophat; 42, 142 - trọng lượng phân tử của nitơ và P_2O_5 của axit photphoric; Q - Lưu lượng nước thải ngày đêm, $\text{m}^3/\text{ngày đêm}$.

Không nên cho vào thừa vì phần dư thừa của các chất đó sẽ cùng với nước đã làm sạch chảy ra sông, hồ chứa làm rong rêu phát triển - tức là làm nước hồ sông thêm nhiễm bẩn.

Các chất dinh dưỡng được cho vào ở dạng bột nghiền hoặc dung dịch thì tốt hơn.

Để chuẩn bị hoặc định lượng người ta cũng dùng các thiết bị như khi xử lý nước thải bằng phương pháp keo tụ hoặc trung hòa.

Ở các trạm xử lý nước nhỏ, cho phép các chất dinh dưỡng trực tiếp vào bể aerôten.

Các thùng để chuẩn bị dung dịch supephotphat được trang bị các máy khuấy trộn với tốc độ quay chậm (12-25 vg/ph). Để hòa tan nhanh nên dùng nước ấm với nhiệt độ 40-50°C. Trước khi định lượng người ta cho dung dịch đã chuẩn bị lắng với $t = 0,5 - 1,5 \text{ h}$ để tách và xả cặn về bể chứa hoặc sân phơi.

Các thùng để chuẩn bị chất dinh dưỡng và các bể trộn phải làm bằng vật liệu chống ăn mòn.

Ngoài dung dịch supephotphat người ta còn cho thêm nước amoniac vào bể trộn với liều lượng 10mg/l nitơ. Người ta phải xây dựng và dự trữ trong đó 10 - 30 ngày. Để giảm tổn thất do nước amoniac bay hơi về mùa hè, người ta phải che đậy kín bể và phun tưới nước ngoài bể. Cần nhớ rằng các hợp chất trên khi tách khỏi nước và với oxi là hỗn hợp dễ nổ, do đó cần có biện pháp bảo vệ an toàn khi quản lý vận hành máy móc thiết bị.

10.1.3. Bể hoạt động gián đoạn

Bể hoạt động gián đoạn (*sequencing batch reactor SBR*) là hệ xử lý nước thải với bùn hoạt tính theo kiểu làm đầy và xả cạn. Quá trình diễn ra trong bể hoạt động gián đoạn và cũng tương tự như quá trình diễn ra trong bể hoạt động liên tục với bùn hoạt tính thông thường; ở cả hai hệ đều phải thực hiện làm thoáng và lắng/làm trong. Nhưng có một điểm khác nhau cơ bản: trong trạm hoạt động liên tục, các quá trình diễn ra tức thời ở hai bể riêng biệt, trong khi đó ở hệ gián đoạn các quá trình được thực hiện ngay trong một bể.

Mô tả quá trình: Như đang sử dụng ngày nay, mọi hệ hoạt động có năm bước nói chung và được thực hiện lần lượt như sau: 1- làm đầy; 2- phản ứng (làm thoáng); 3- lắng-làm trong; 4- xả cạn; 5- ngừng.

Nhiều quá trình cải biên và biến dạng đã được đề xuất theo thời gian để đạt mục tiêu xử lý đặc biệt.

10.1.4. Hồ làm thoáng

Hồ làm thoáng (*aerated lagoons or aerated ponds*) có xuất xứ từ các hồ ổn định tùy tiện khi có lắp đặt thiết bị làm thoáng bề mặt nhằm khắc phục mùi từ hồ do bị quá tải bởi lượng chất hữu cơ.

Mô tả quá trình: Quá trình hồ làm thoáng cũng hoàn toàn giống quá trình bùn hoạt tính kéo dài thông thường (thời gian trung bình tế bào lưu lại $\theta_c = 10$ ngày). Oxi yêu cầu cho quá trình được cung cấp nhờ thiết bị làm thoáng bề mặt hoặc khuếch tán. Trong hồ hiếu khí, tất cả các chất rắn được giữ ở trạng thái lơ lửng. Trước đây các hồ làm thoáng được vận hành như hệ với bùn hoạt tính có dòng chảy đi qua không có tuần hoàn, thường đi kèm tiếp theo đó là hồ lắng lớn. Để thỏa mãn yêu cầu tiêu chuẩn xử lý bậc hai, ngày nay nhiều loại hồ làm thoáng được sử dụng cùng với hồ lắng và tuần hoàn bùn sinh học.

10.1.5. Các quá trình xử lý hiếu khí sinh trưởng gắn kết

Các quá trình xử lý sinh học hiếu khí với sinh trưởng gắn kết thường được sử dụng để khử các chất hữu cơ trong nước thải. Chúng cũng được sử dụng để

đạt được tới bước nitrat hóa (chuyển hóa amon thành nitrat). Các quá trình sinh trưởng gắn kết bao gồm bể lọc (nhỏ giọt, cao tải), lọc qua vật liệu xù xì, đĩa sinh học quay và bể phản ứng nitrat hóa với màng cố định.

10.1.5.1. Bể lọc sinh học

Lần đầu tiên bể lọc sinh học được áp dụng ở Anh năm 1893. Khái niệm về bể lọc sinh học nhỏ giọt được phát triển từ khi dùng các bể lọc tiếp xúc, các bể này là những bể ngập đầy nước có chứa đá đập. Trong hoạt động, các vật liệu tiếp xúc chứa đầy nước thải từ trên xuống dưới và nước thải được phép tiếp xúc với vật liệu trong khoảng thời gian ngắn. Sau đó nước thải được xả đi và bể được nghỉ một thời gian trước khi bắt đầu lặp lại một chu trình khác. Trung bình một chu trình yêu cầu 12h (6h hoạt động và 6h nghỉ, ngừng làm việc). Những hạn chế của bể lọc tiếp xúc bao gồm độ ứ tắc tương đối nhiều, đòi hỏi thời gian nghỉ, ngừng lâu và tái trọng tương đối thấp.

Mô tả quá trình: Bể lọc hiện đại bao gồm một lớp các hạt vật liệu dễ thấm nước với những vi sinh vật sinh trưởng gắn kết vào các hạt vật liệu và nước thải sẽ được chảy qua thấm hoặc nhỏ giọt trên đó. Vật liệu lọc thường gồm đá dăm (xl cũng được) hoặc các hộp - khối vật liệu chất dẻo. Ở các bể lọc với các hạt đá dăm hoặc sỏi, kích thước hạt thường có đường kính 12 - 25 - 100 mm). Chiều cao lớp đá tùy thuộc thiết kế và thường trong khoảng 0,4 - 2,5 - 4 m, trung bình 1,8 - 2m. Bể lọc với vật liệu là đá dăm thường có dạng tròn. Nước thải được phân phối trên lớp vật liệu nhờ hệ phân phối tưới.

Những bể lọc với vật liệu chất dẻo có thể có dạng tròn, vuông hoặc hình thù khác trên mặt bằng với chiều cao biến đổi từ 4 - 12 - 16 m. Ba loại vật liệu bằng chất dẻo thường dùng là:

- Khối hộp với dòng chảy thẳng đứng;
- Khối hộp với dòng chảy ngang;
- Khối hộp đa dạng khác.

Các bể lọc thường được xây dựng với hệ thống thu và dẫn nước thải đã xử lý cùng các chất rắn sinh học đã bị nước xối trôi theo. Hệ thống thu nước này rất quan trọng ở chỗ nó là bộ phận thu nước lọc, đồng thời là không gian để không khí đi qua tạo cấu trúc xốp cho lớp vật liệu.

Nước thải sau khi được tập trung sẽ được cho qua bể lắng để tách các chất rắn sinh học khỏi nước thải đã xử lý. Trong thực tế, một phần nước đã tập trung về hệ thống thu hoặc nước sau khi lắng sẽ được tuần hoàn trở lại để pha loãng nước thải đậm đặc chảy vào bể lọc và giữ cho lớp màng sinh học trong điều kiện đủ ẩm.

Chất hữu cơ trong nước thải sẽ bị phân hủy bởi quần thể vi sinh vật gắn

kết vào bề mặt các hạt vật liệu lọc.

Chất hữu cơ từ nước thải sẽ bị hấp phụ vào màng sinh học hay lớp màng sinh vật (dày 0,1 - 0,2mm), chất hữu cơ bị phân hủy bởi những vi sinh vật hiếu khí. Khi vi sinh vật phát triển, chiều dày của lớp màng và oxi đã hấp thụ bị tiêu thụ hết trước khi nó thấm hết chiều dày lớp màng sinh vật. Như vậy, môi trường kỵ khí được hình thành ngay sát bề mặt hạt vật liệu lọc.

Khi chiều dày lớp màng tăng lên, chất hữu cơ bị hấp phụ sẽ được chuyển hóa trước khi nó đạt tới bề mặt hạt vật liệu. Kết quả khi không có nguồn chất hữu cơ chứa cacbon từ bên ngoài, thì những vi sinh vật ngay sát bề mặt vật liệu lọc bắt đầu bước vào giai đoạn hô hấp nội bào và mất khả năng bám chặt vào bề mặt vật liệu lọc. Khi đó nước lại rửa xối màng nhầy rời khỏi vật liệu, một lớp màng mới lại bắt đầu sinh trưởng. Hiện tượng mất lớp màng được gọi là hiện tượng "tróc màng" và phụ thuộc đầu tiên vào tải trọng chất hữu cơ cũng như tải trọng thủy lực ở bể lọc. Tải trọng thủy lực như một yếu tố tạo tốc độ xối cát, trong khi đó tải trọng chất hữu cơ được coi là tốc độ chuyển hóa ở lớp màng nhầy. Ở những bể lọc hiện đại, tải trọng thủy lực được coi là yếu tố đảm bảo cho lớp màng nhầy sinh học có độ dày đồng đều.

10.1.5.2. Bể tiếp xúc sinh học quay hay đĩa sinh học

Đĩa sinh học biodisk gồm hàng loạt đĩa tròn, phẳng, bằng polystyren hoặc polivinylclorua (PVC) lắp trên một trục. Các đĩa được đặt ngập vào nước một phần và quay chậm.

Mô tả quá trình. Trong vận hành, sự sinh trưởng sinh học được gắn kết vào bề mặt các đĩa và sẽ hình thành lớp màng mỏng trên các bề mặt xấp nước của đĩa. Khi đĩa quay, lần lượt sẽ làm cho lớp màng sinh học (sinh khối) tiếp xúc với chất hữu cơ trong nước thải và với khí quyển để hấp thụ oxi. Đĩa quay sẽ ảnh hưởng tới sự vận chuyển oxi và đảm bảo cho sinh khối tồn tại trong điều kiện hiếu khí. Đĩa quay cũng là một cơ chế để tách chất rắn dư khỏi bề mặt các đĩa nhờ lực xoáy - xoắn do nó tạo ra, đồng thời vẫn giữ lại được chất rắn đã lột xác. Xác lột được tách khỏi đĩa, ở trạng thái lơ lửng để sau đó theo dòng nước chuyển sang bể lắng. Đĩa sinh học có thể dùng để xử lý bậc hai đồng thời cũng có thể hoạt động như kiểu quá trình theo mùa, nitrat hóa và khử nitrat.

Phân tích năng suất quá trình: Đĩa sinh học thường được thiết kế trên cơ sở yếu tố tải trọng rút ra từ kết quả nghiên cứu ở trạm thử nghiệm, mô hình sản xuất, mặc dù (có thể phân tích) năng suất của nó theo phương pháp tiệm cận, tương tự như đối với các bể lọc sinh học. Cả hai chỉ tiêu tải trọng thủy lực và tải trọng chất hữu cơ đều được dùng để xác định kích thước công trình xử lý bậc hai. Các loại tải trọng đối với thời tiết ẩm áp và toàn năm về nitrat hóa

sẽ thấp hơn nhiều so với tải trọng khi xử lý bậc hai.

Thuần túy về thiết kế, các đĩa sinh học nói chung rất tin cậy bởi vì tồn tại một lượng lớn các sinh khối (tỷ lệ F/M thấp, trong đó F là lượng chất dinh dưỡng; M là lượng vi sinh vật). Lượng lớn sinh khối này cũng sẽ cho phép chúng có tải trọng thủy lực và tải trọng chất hữu cơ cao và có hiệu quả. Hiệu quả của hệ hoạt động theo nguyên tắc đẩy sẽ khử hiện tượng xoáy và tải trọng cao tức thời.

10.1.5.3. Các bể phản ứng với vật liệu khối bao gói

Một loại quá trình sinh trưởng gắn kết khác là bể phản ứng với vật liệu khối bao gói được sử dụng để khử NOS chứa cacbon và cả nitrat hóa. Loại bể phản ứng với khối vật liệu bao gói bao gồm: bể chứa - bể phản ứng có khối vật liệu bao gói, trên đó vi sinh vật có thể gắn kết vào. Nước thải được đưa vào từ đáy bể và chảy qua hệ tiêu nước. Không khí hoặc oxy nguyên chất cần thiết cho quá trình cũng được đưa vào cùng với nước thải.

10.2. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HÓA TRONG ĐIỀU KIỆN KỶ KHÍ

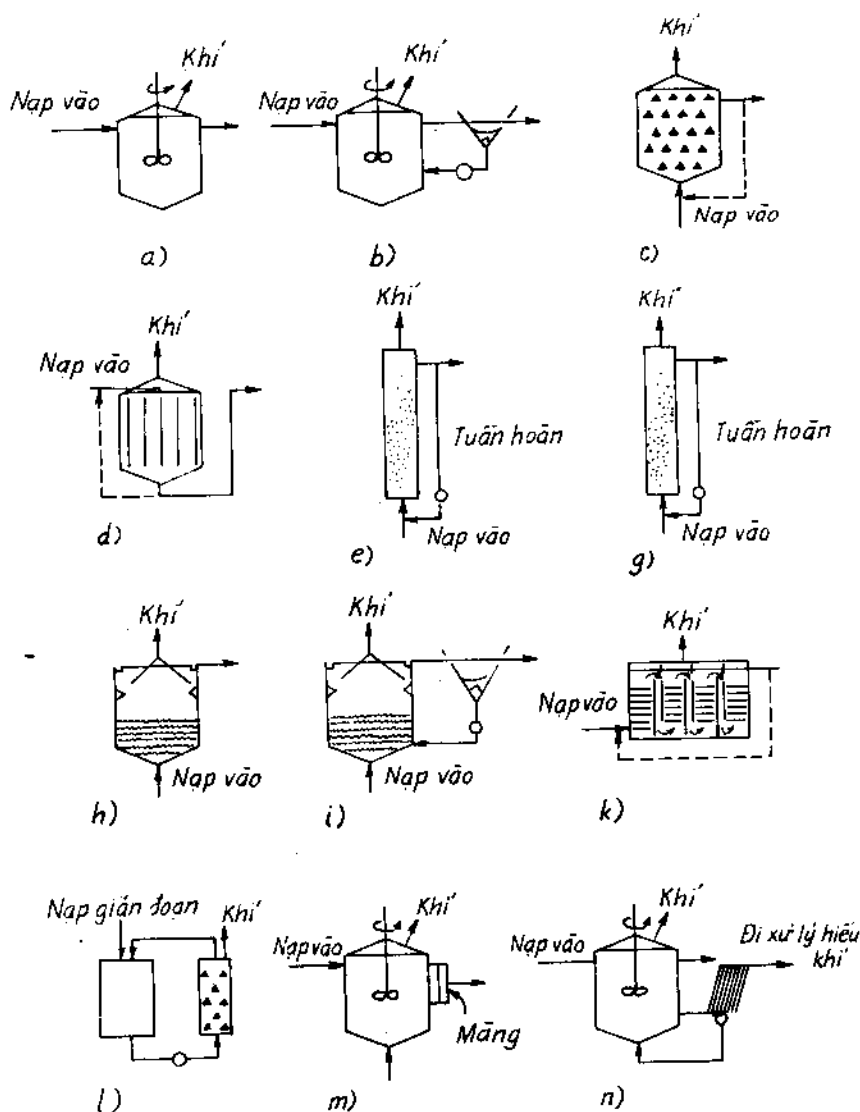
10.2.1. Quá trình xử lý kỵ khí với sinh trưởng lơ lửng

Hàng chục năm qua người ta đã phát triển nhiều loại quá trình kỵ khí khác nhau để xử lý bùn và các loại nước thải chứa chất hữu cơ đậm đặc. Các quá trình phổ biến ngày nay được biểu thị theo sơ đồ ở hình 10.3. Trong số các quá trình ở hình này, phổ biến nhất là quá trình kỵ khí sinh trưởng lơ lửng được dùng để xử lý nước thải. Đó là quá trình phân hủy kỵ khí xáo trộn hoàn toàn và được thực hiện trong công trình mà ta quen gọi là bể metan. Ngoài ra, quá trình tiếp xúc kỵ khí, quá trình với lớp bùn hoạt tính kỵ khí có dòng hướng lên cũng đang được áp dụng ở nhiều nơi.

10.2.1.1. Phân hủy kỵ khí

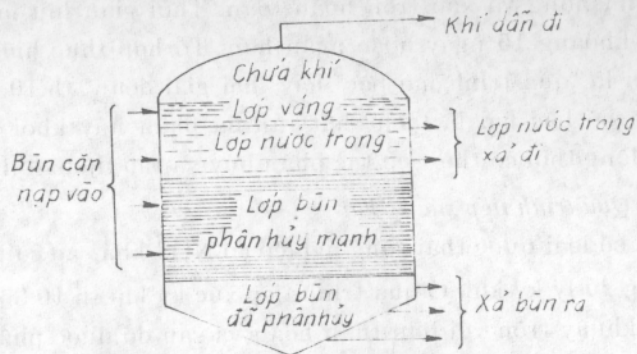
Phân hủy kỵ khí là một trong những quá trình lâu đời nhất đối với việc xử lý bùn cặn. Nó bao gồm việc phân hủy các chất hữu cơ và vô cơ trong điều kiện không có oxy phân tử. Việc áp dụng chủ yếu vẫn tồn tại tới nay là ổn định bùn đậm đặc tạo ra trong các trạm xử lý nước thải và xử lý một số loại chất thải công nghiệp. Gần đây hơn, người ta đã áp dụng biện pháp kỵ khí để xử lý nước thải chứa chất hữu cơ đã pha loãng.

Có hai loại bể phân hủy kỵ khí được sử dụng chủ yếu và gọi là bể tiêu chuẩn và bể cao tải. Ở bể phân hủy tiêu chuẩn (h.10.4a), khối bùn thường không được hâm nóng và không xáo trộn. Thời gian lưu lại đối với bể tiêu chuẩn thông thường trong khoảng 30-60 ngày. Ở bể cao tải (h.10.4b) khối bùn

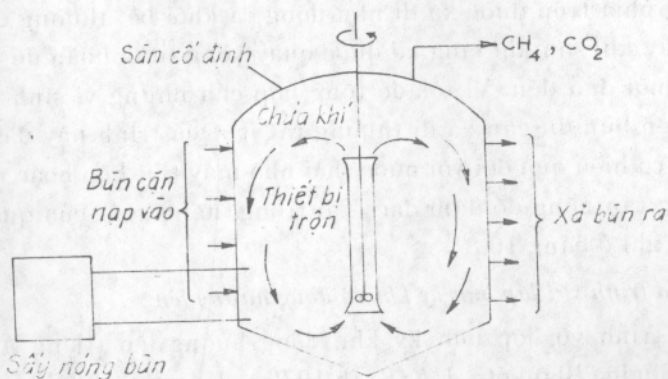


Hình 10.3. Sơ đồ các loại bể dùng để xử lý nước thải trong điều kiện kỵ khí:

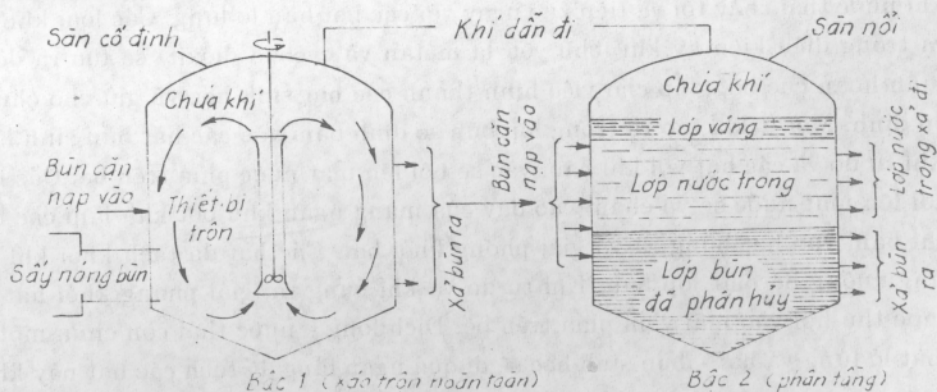
a- bể phân hủy kỵ khí xáo trộn hoàn toàn; b- bể tiếp xúc kỵ khí; c- bể với khối vật liệu bao gói và dòng hướng lên; d- bể với khối vật liệu bao gói với dòng hướng xuống; e- bể với lớp lơ lửng; g- bể với lớp vật liệu trương nở; h- bể với lớp bùn lơ lửng kỵ khí với dòng hướng lên; i- bể với lớp bùn lơ lửng kỵ khí và bể lắng tách riêng; k- bể phản ứng có vách ngăn; l- bể lọc kỵ khí hai bậc; m- bể tách chất rắn bằng màng; n- bể tiếp xúc kỵ khí ép với hoàn tất hiếu khí



a)



b)



c)

Hình 10.4. Các loại bể phân hủy kỵ khí hay bể metan:

a- quá trình một bậc - tải trọng tiêu chuẩn thông thường;

b- quá trình một bậc - cao tải - xáo trộn hoàn toàn; c- quá trình hai bậc

được hâm nóng và xáo trộn hoàn toàn. Thời gian lưu lại đối với bể cao tải thường khoảng 15 ngày hoặc ngắn hơn. Tổ hợp thực hiện hai quá trình này được gọi là "quá trình hai bậc" hay "hai giai đoạn" (h.10.4c). Chức năng đầu tiên của bể bậc hai là tách chất rắn đã phân hủy khỏi lớp nước phía trên, nhưng đồng thời có thể tiếp tục phân hủy và tạo thêm khí.

10.2.1.2. Quá trình tiếp xúc kỵ khí

Một số loại nước thải công nghiệp có NOS khá cao có thể ổn định rất hiệu quả bằng xử lý kỵ khí. Ở quá trình tiếp xúc kỵ khí (h.10.3b), chất thải chưa xử lý được khuấy trộn với bùn tuần hoàn và sau đó được phân hủy trong bể đầy kín, không cho không khí thâm nhập vào. Khối bùn trong bể được khuấy trộn hoàn toàn. Sau khi phân hủy, hỗn hợp được lắng trong hoặc tuyển nổi và phần nước trong phía trên được xả đi như dòng ra khỏi bể, thường được xử lý tiếp theo. Bùn kỵ khí sau khi lắng lại được quay vòng tuần hoàn để nuôi cấy trong nước thải mới đưa đến. Vì tốc độ tổng hợp của những vi sinh vật kỵ khí rất thấp cho nên bùn dư cần xả đi thường rất ít. Quá trình này đã được áp dụng để ổn định có hiệu quả đối với nước thải nhà máy thịt hộp hoặc nước thải chứa chất hữu cơ tan nồng độ đậm đặc. Tải trọng, năng suất của quá trình kỵ khí tiếp xúc đã ghi ở bảng 10.8.

10.2.1.3. Quá trình với lớp bùn kỵ khí và dòng hướng lên

Ở quá trình với lớp bùn kỵ khí, dòng hướng lên (tiếng Anh là Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB) (h.10.3h), dòng nước thải hướng lên đi qua lớp bùn bao gồm các hạt hình thành từ quá trình sinh học. Việc xử lý diễn ra khi nước thải chảy tới và tiếp xúc ngay với các hạt bùn lơ lửng. Các loại khí tạo ra trong điều kiện kỵ khí (chủ yếu là metan và cacbon đioxit) sẽ tạo ra dòng tuần hoàn cục bộ, giúp cho việc hình thành các hạt sinh học và giữ cho chúng ổn định. Một ít khí tạo ra trong lớp bùn sẽ dính bám vào các hạt bùn sinh học. Khí tự do và các hạt với khí bám vào sẽ nổi lên mặt nước phía trên bể. Các hạt nổi lên mặt nước sẽ va chạm vào đáy của màng ngăn khử bọt khí, làm các bọt khí bám vào hạt bung ra và giải phóng khỏi hạt. Các hạt đã tách khỏi khí lại lắng xuống bề mặt lớp bùn. Khí tự do và khí bung ra, giải phóng khỏi hạt sẽ được thu hồi vào mái vòm phía trên bể. Dịch lỏng - nước thải còn chứa một ít chất lơ lửng và hạt - bùn sinh học sẽ đi qua ngăn lắng để tách các hạt này khỏi nước. Bùn cặn đã tách ra sẽ rơi xuống đáy ngăn lắng và quay trở lại qua hệ màng ngăn, rơi xuống lớp bùn. Để giữ cho lớp bùn ở trạng thái lơ lửng vận tốc dòng hướng lên phải giữ trong khoảng 0,6 - 0,9 m/h). Tải trọng của quá trình và số liệu về năng suất của bể USAB được dẫn ra ở bảng 10.8.

Bảng 10.8. Quá trình điển hình và số liệu về năng suất các quá trình kỵ khí được dùng để xử lý nước thải công nghiệp

Quá trình	NOH vào, mg/l	Thời gian nước lưu lại trong bể, h	Tải trọng chất hữu cơ, kg NOH/m ³ ngày đêm	Hiệu suất khử NOH, %
Quá trình tiếp xúc kỵ khí	1 500 - 5 000	2-10	0,48-2,4	75-90
Lớp bùn kỵ khí dòng hướng lên	5 000 - 15 000	4-12	4,00 - 12,01	75-85
Vật liệu cố định	10 000 - 20 000	24 - 48	1 - 5	75 - 85
Bể với vật liệu trương nở	5 000 - 10 000	5 - 10	4,80 - 9,60	80 - 85

Ghi chú: NOH hay COD - nhu cầu oxy hóa học.

10.2.2. Quá trình xử lý kỵ khí với sinh trưởng gắn kết

Hai quá trình xử lý kỵ khí với sinh trưởng gắn kết phổ biến nhất là quá trình với bể lọc kỵ khí và quá trình với lớp vật liệu trương nở, được dùng để xử lý nước thải chứa cacbon hữu cơ. Quá trình xử lý với sinh trưởng gắn kết cũng được dùng để khử nitrat. Tải trọng trung bình của quá trình và số liệu về năng suất các bể lọc kỵ khí, bể lọc với vật liệu trương nở được dẫn ra ở bảng 10.8.

10.2.2.1. Quá trình lọc kỵ khí

Lọc kỵ khí là một tháp chứa đầy các loại vật liệu rắn khác nhau, được dùng để xử lý chất hữu cơ chứa cacbon trong nước thải. Dòng nước thải đi từ dưới hướng lên qua tháp, được tiếp xúc với vật liệu, mà vi khuẩn kỵ khí sinh trưởng và được giữ lại trên đó. Vì vi khuẩn được giữ lại trên bề mặt vật liệu và không bị rửa trôi nên thời gian trung bình tế bào lưu lại (θ_c) đạt tới khoảng 100 ngày. Có thể đạt được giá trị θ_c lớn với thời gian nước lưu lại ngắn. Do vậy bể lọc kỵ khí có thể được sử dụng để xử lý nước thải với nồng độ thấp ở nhiệt độ không khí ngoài trời.

10.2.2.2. Quá trình với lớp vật liệu trương nở

Ở quá trình với vật liệu trương nở (h.10.3g), nước thải cần xử lý được bơm hướng lên qua lớp vật liệu phù hợp (cát, than, tập hợp hạt trương nở), trên đó sẽ phát triển sinh trưởng sinh học. Dòng ra được quay vòng trở lại để pha loãng nước thải chảy vào đồng thời tạo lưu lượng đủ để giữ cho lớp vật liệu ở trạng thái xốp - trương nở. Nồng độ sinh khối có thể tới 15 000 - 40 000 mg/l.

Do có thể giữ sinh khối lớn ở bể nên quá trình xấp tương nở cũng có thể được dùng để xử lý nước thải đô thị với thời gian nước lưu lại khá ngắn. Khi xử lý nước thải đô thị, sự có mặt của sunfat có thể dẫn tới sự hình thành hidro sunfua tan trong nước. Khí lượng bùn tạo ra trong quá trình lọc với lớp vật liệu xấp tương nở sẽ ít hơn nhiều so với lượng bùn tạo ra trong quá trình hiếu khí như quá trình với bùn hoạt tính. Người ta đã lường trước rằng quá trình kỵ khí sinh trưởng gắn kết sẽ ngày càng được sử dụng nhiều hơn để xử lý nước thải đô thị. Một ưu điểm khác của quá trình kỵ khí là thu được khí metan và khí hữu ích khác.

Khi nước thải sản xuất rất đậm đặc ($NOS_{lp} \geq 10-30 \text{ g/l}$) thì không thể xử lý bằng phương pháp sinh hóa trong điều kiện hiếu khí được nếu không sơ bộ giảm NOS_{lp} của nước.

Để sơ bộ giảm NOS_{lp} người ta có thể dùng nước đã xử lý hay nước sông để pha loãng hoặc cho lên men trong điều kiện kỵ khí như khi xử lý cặn của nước thải. Tất nhiên phải dựa vào các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật để lựa chọn biện pháp xử lý.

10.2.3. Diễn biến quá trình phân hủy kỵ khí với sinh trưởng lơ lửng

Có thể thực hiện lên men nước thải theo sơ đồ một bậc hoặc nhiều bậc, tức là theo trình tự diễn biến của các quá trình sinh hóa.

Về nguyên tắc quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ trong điều kiện kỵ khí gồm hai giai đoạn chính: ở giai đoạn một (giai đoạn thủy phân) dưới tác dụng của men do vi sinh vật tiết ra, các chất hữu cơ trong nước thải sẽ bị thủy phân: (cacbon hidrat) cacbon hidrat phức tạp sẽ thành đường đơn giản, protit sẽ thành peptit thấp phân tử và axit amin, mỡ sẽ thành glixerin và axit béo; ở giai đoạn hai (giai đoạn tạo khí) sản phẩm của quá trình thủy phân sẽ tiếp tục bị phân giải và tạo sản phẩm cuối cùng là hỗn hợp các loại khí chủ yếu là CO_2 và CH_4 . Ngoài ra còn tạo một ít muối khoáng. Tốc độ và mức độ phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ tùy thuộc bản chất hóa học của chúng.

Những cacbon hidrat bị phân hủy nhanh nhất và hầu hết chuyển thành CH_4 và CO_2 . Các hợp chất hữu cơ hòa tan cũng bị phân hủy hầu như hoàn toàn: axit béo tự do khoảng 80 - 90%, axit béo loại este khoảng 65 - 68%. Linbin khó bị phân giải nhất và là nguồn gốc tạo ra mùn đất.

Theo Eckenfelder W.W., quá trình lên men kỵ khí nước thải chứa các chất hữu cơ được chia ra ba giai đoạn:

- giai đoạn lên men axit;
- giai đoạn từ từ chấm dứt lên men axit;
- giai đoạn lên men kiềm.

Ở giai đoạn lên men axit, những cacbon hidrat (đường, tinh bột, chất xơ,...) rất dễ bị phân hủy sinh hóa và thành axit béo với trọng lượng phân tử thấp như axit axetic, butyric, propionic. Một phần những chất béo - mỡ cũng phân hủy ở giai đoạn này thành axit béo. Đặc trưng cho giai đoạn này là tạo thành axit, pH của môi trường giảm xuống tới 5 và thấp hơn nữa, có kèm theo mùi thối.

Ở giai đoạn chấm dứt lên men axit, các axit hữu cơ và các hợp chất tan chứa nitơ tiếp tục bị phân hủy và tạo thành các hợp chất amon, amin, muối của axit cacbonic, một ít khí CO_2 , N_2 , CH_4 , H_2 ,...pH của môi trường dần dần tăng lên. Mùi của hỗn hợp lên men rất khó chịu do thành phần H_2S , indol, scatol và mercaptan. Dưới tác dụng của các loại men, bùn có màu đen, nhớt và tạo bọt nổi lên rồi thành màng.

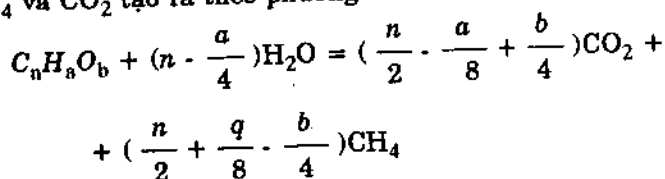
Ở giai đoạn lên men kiềm, hay lên men metan: các sản phẩm trung gian, chủ yếu là xenluloza, axit béo, các hợp chất chứa nitơ tiếp tục bị phân hủy và tạo rất nhiều khí CO_2 và CH_4 ; pH của môi trường tiếp tục tăng lên và chuyển sang dạng kiềm.

Những ion amin tác dụng với CO_2 tạo ra những muối cacbonat và tạo cho môi trường có tính đệm rất cao đến nỗi thậm chí cho thêm rất nhiều axit vào mà nồng độ ion hidro vẫn không thay đổi.

Trong thực tế, sự chuyển hóa sinh hóa các chất rất phức tạp. Ở mỗi giai đoạn diễn ra nhiều phản ứng sinh hóa trung gian xen kẽ lẫn nhau. Có thể gộp hai giai đoạn đầu lại và gọi là giai đoạn chín muồi của quá trình lên men kỵ khí.

Về cơ chế hóa sinh, trong quá trình lên men metan, các hợp chất hữu cơ (cacbon hidrat, đạm, mỡ) bao giờ cũng phân hủy và cho sản phẩm cuối cùng là CO_2 và CH_4 . Trong đó sản phẩm trung gian ở giai đoạn đầu là axit hữu cơ và những hợp chất hữu cơ mạch ngắn.

Nếu biết thành phần các chất về định tính định lượng thì có thể xác định lượng CH_4 và CO_2 tạo ra theo phương trình:



10.2.4. Các loại vi sinh vật tham gia vào quá trình lên men kỵ khí

Trong quá trình phân giải kỵ khí các chất bẩn của nước thải, có rất nhiều loại vi sinh vật tham gia:

- Ở giai đoạn lên men axit là các chất vi sinh vật tạo axit tham gia. Chúng

phổ biến, phát triển rất nhiều trong thiên nhiên và là loại kỵ khí tùy tiện. Chúng có khả năng thủy phân hydrat cacbon, protein, mỡ. Trong này có cả các nhóm vi khuẩn *coli* và *B.subtilis*.

Những vi sinh vật ở giai đoạn này chỉ có thể phân hủy chất hữu cơ thành axit béo và không thể phân hủy tiếp theo được nữa;

- Ở giai đoạn lên men kiềm: sẽ có những vi sinh vật tạo metan, tiếp tục phân hủy các sản phẩm trung gian tạo ra ở giai đoạn đầu để thành CH_4 và CO_2 . Những vi sinh vật nhóm này là loại kỵ khí tuyệt đối.

Những vi sinh vật tạo metan không có khả năng phân giải hydratcacbon, axit amin... như những vi sinh vật hoại sinh khác sử dụng các chất đó làm chất dinh dưỡng. Nguồn cacbon đối với chúng phải là các chất hữu cơ, vô cơ đơn giản như: axit formic, axetic, propionic, rượu metylic, rượu etylic, khí H_2 , CO_2 , CO. Mỗi loại vi khuẩn metan chỉ có thể sử dụng một số chất nhất định trong môi trường làm nguồn dinh dưỡng (bảng 10.9).

Ngày nay người ta có thể phân lập được những vi sinh vật tạo metan và nuôi cấy trong môi trường thuần khiết.

Những vi khuẩn tạo metan rất nhạy cảm với môi trường. Muốn thực hiện phân hủy triệt để các chất hữu cơ, tức là muốn quá trình lên men tốt thì không thể chỉ sử dụng một loại vi khuẩn metan nào, mà phải sử dụng nhiều loại, điều này đặc biệt có ý nghĩa quan trọng trong công nghệ xử lý nước nhất là những người vận hành, quản lý.

Bảng 10.9. Môi trường để vi khuẩn metan phát triển

Loại vi khuẩn	Môi trường
<i>Mb Formicum</i>	Axit formic, CO , H_2
<i>Mb Omelianskii</i>	Rượu bậc một, bậc hai, H_2
<i>Mb Propianum</i>	Axit propionic
<i>Mb Sobongeni</i>	Axit stearic, axit butyric
<i>Mb Suboxydans</i>	Axit butyric, valeric, xapronic
<i>Mc Mazei</i>	Axit axetic, butyric
<i>Mc Vannidii</i>	Axit formic, H_2
<i>Ms methanica</i>	Axit axetic, butyric
<i>Ms barkeri</i>	Axit axetic, metanol CO , H_2

Để các loại vi khuẩn metan phát triển bình thường trong môi trường, cần phải có đủ CO_2 và các chất chứa nitơ. Nếu thiếu phải cho thêm vào. Nguồn nitơ tốt nhất đối với vi khuẩn metan là amon cacbonat và amon clorua, rượu pha amon clorua. Khác với loại vi sinh vật khác, vi khuẩn metan không sử dụng nitơ trong những axit amin. Để quá trình diễn ra bình thường, lượng nitơ cần

thiết là 3,5 mg/g bùn, tỷ lệ N : C = 1 : 20.

Các loại sunfat chứa trong nước thải khi lên men sẽ bị khử thành H_2S , do đó người ta phải loại chất đó trước khi sử dụng khí tạo ra.

10.2.5. Công nghệ lên men và tính toán

Như trên ta thấy quá trình lên men diễn ra theo hai giai đoạn chính là lên men axit và lên men metan (hay lên men kiềm). Vì vậy để xử lý nước thải bằng phương pháp lên men kỵ khí, người ta có thể thực hiện trong một hoặc hai bể metan riêng biệt.

Khi xử lý ở hai bể riêng biệt, ở bể đầu sẽ thực hiện giai đoạn một, còn ở bể hai sẽ thực hiện giai đoạn hai của quá trình. Như vậy ở mỗi bể người ta sẽ tạo ra điều kiện thuận lợi tối ưu cho các quá trình diễn ra được nhanh và tốt.

Hiệu suất của phương pháp lên men kỵ khí theo tất cả các chỉ tiêu có thể đạt tới 80-90%. Nồng độ các chất hữu cơ giảm tới 10 - 20 lần.

Vì nồng độ các chất hữu cơ khá cao (lớn hơn $10g/l$) theo NOS cho nên sẽ tạo rất nhiều khí và đủ sức hâm nóng môi trường tới nhiệt độ $35 - 37^\circ C$, là nhiệt độ tối ưu cho vi sinh vật phát triển.

Phương pháp lên men kỵ khí có thể sử dụng để xử lý các loại nước thải đậm đặc thuộc các xí nghiệp công nghiệp thực phẩm, dược phẩm, chế biến len dệt dầu, các nhà máy sản xuất axit béo tổng hợp,... Tất nhiên chỉ nên cho lên men phần nước thải đậm đặc nhất (cho một giai đoạn sản xuất nào đó) chứ không phải nước thải chung của toàn bộ xí nghiệp.

Trước khi lên men trong bể metan, nước thải cần được qua xử lý cơ học và điều hòa trong các bể lắng hoặc bể điều hòa đặc biệt. Sau khi lên men nước thải cũng được lắng để tách các tạp chất lơ lửng.

Dung tích bể metan để xử lý nước thải công nghiệp có thể xác định theo thời gian nước lưu lại trong bể (hoặc theo lượng chất bẩn có thể xử lý trong $1m^3$ thể tích bể trong ngày đêm) và lưu lượng nước thải:

$$W = Q_{ngđ} \cdot t = Q_{ngđ} \frac{L_0 - L_1}{A}, \quad (10.24)$$

trong đó W - dung tích của bể, m^3 ; t - thời gian nước lưu lại trong bể, ngày đêm; $Q_{ngđ}$ - lượng nước thải ngày đêm, $m^3/ngày\ đêm$; L_0, L_1 - tương ứng NOS_{tp} của nước thải trước và sau khi xử lý; A - tải trọng chất bẩn trong $1m^3$ dung tích bể trong ngày đêm, kg/m^3 ngày đêm.

Thời gian lên men t và giá trị A tùy thuộc vào thành phần, tính chất các chất hữu cơ trong nước thải và điều kiện lên men (nhiệt độ, pH môi trường, khuấy trộn,...).

Thời gian lên men trong điều kiện ấm có thể chọn $t = 7 - 15$ ngày đêm. Đối với các bể metan cao tải (có thiết bị khuấy trộn) có thể chọn $A = 1,6 - 3,2$ kg/m^3 ngày đêm.

Đối với các bể metan thông thường $A = 0,48 - 0,64$ kg/m^3 ngày đêm; $t = 15 - 30$ ngày đêm.

Độ ẩm của cặn không lớn lắm (92%), giá trị NOS_{tp} của nước thải sau khi xử lý ở bể metan bằng 1,5 - 2g/l. Nếu pha loãng 2 - 3 lần có thể xử lý tiếp tục trong bể aerôten hoặc xả và hệ thống thoát nước thành phố.

Khi lên men nước thải trong bể metan, lượng khí tạo ra rất lớn, tới 0,5 - 0,7 m^3/kg chất bẩn theo NOS_{tp} . Thành phần khí tạo ra gồm chủ yếu là metan 65 - 76%, CO_2 25 - 30% và một ít NH_3 , H_2S , H_2 và O_2 .

Về cấu tạo, bể metan có thể xây dựng hở hoặc kín, có hoặc không có thiết bị khuấy trộn và tác nhân đun nóng [9, 10].

Xử lý nước thải sản xuất đậm đặc trong điều kiện kỵ khí nhiều khi rất có lợi, không những về mặt công nghệ mà còn về mặt xây dựng và quản lý, vì trạm xử lý sẽ chiếm ít diện tích và không yêu cầu pha loãng quá nhiều.

10.3. LOẠI BỎ CHẤT DINH DƯỠNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

Loại bỏ chất dinh dưỡng khỏi nước thải trước khi xả ra nguồn tiếp nhận là một yêu cầu thường xuyên bởi vì cả nitơ, photpho đều có thể tác động đối với chất lượng nguồn tiếp nhận nước thải. Việc xả một trong hai thành phần này cần phải được kiểm soát chặt chẽ. Các biện pháp loại bỏ các chất dinh dưỡng như sau:

- Chỉ loại bỏ nitơ, không loại bỏ photpho;
- Loại bỏ cả nitơ và photpho;
- Loại bỏ photpho, không loại bỏ nitơ;
- Quanh năm phải loại bỏ photpho với loại bỏ nitơ theo mùa.

Ở đây chỉ giới thiệu về khử chất dinh dưỡng bằng phương pháp sinh học.

10.3.1. Các quá trình loại bỏ chất dinh dưỡng

Loại bỏ chất dinh dưỡng trong nước thải bằng phương pháp sinh học thường là biện pháp rẻ tiền. Những kinh nghiệm hiện nay đã chỉ rằng các quá trình sinh học là tin cậy và có hiệu quả trong việc loại bỏ nitơ và photpho.

10.3.1.1. Loại bỏ nitơ

Nitơ có thể tồn tại ở nhiều dạng trong nước thải và qua nhiều kiểu chuyển hóa khi xử lý nước thải. Những kiểu chuyển hóa này có thể cho phép nitơ ở dạng amon chuyển thành các sản phẩm tách khỏi nước thải. Hai cơ chế chủ yếu để loại nitơ là: đồng hóa, nitrat hóa - khử nitrat. Vì nitơ là chất dinh

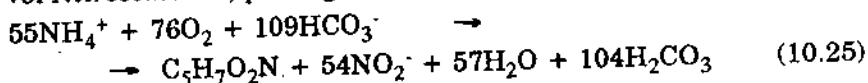
duơng, những vi khuẩn có mặt trong các quá trình xử lý sẽ đồng hóa nitơ ở dạng amon và hấp thụ vào trong tế bào. Một phần nitơ ở dạng amon sẽ quay trở lại nước thải ở dạng tế bào chết hoặc chất nhầy. Trong quá trình nitrat hóa - khử nitrat, việc loại nitơ diễn ra theo hai bước. Ở bước một, nitrat hóa, nhu cầu oxi của amon bị giảm do chất này chuyển thành nitrat, nhưng nitơ đã thay đổi dạng và không bị khử nữa. Ở bước hai, khử nitrat, nitrat được chuyển thành sản phẩm khí.

a) Nitrat hóa sinh học

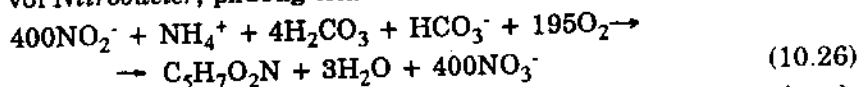
Nitrat hóa là giai đoạn một của quá trình loại bỏ nitơ nhờ quá trình nitrat hóa - khử nitrat.

Mô tả quá trình: Loài vi khuẩn chịu trách nhiệm thực hiện nitrat hóa là *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*. *Nitrosomonas* oxi hóa amon thành sản phẩm trung gian là nitrit. Nitrit là chuyển thành nitrat nhờ vi khuẩn *Nitrobacter*. Sự chuyển hóa từ amon thành nitrit bao gồm tập hợp hàng loạt phản ứng. Những phản ứng này kiểm soát toàn bộ quá trình chuyển hóa khi trong hệ thiếu nitrit. Những phương trình gần đúng của các phản ứng mô tả như sau:

- Đối với *Nitrosomonas*, phương trình sẽ là:



- Đối với *Nitrobacter*, phương trình sẽ là:



Những phương trình này sẽ cho phép tính toán lượng hóa chất yêu cầu cho quá trình thực hiện. Cần khoảng 4,3mg O₂ trên 1 mg nitơ ở dạng amon bị oxi hóa thành nitơ ở dạng nitrat. Trong quá trình chuyển hóa này, cần thiết tiêu thụ một lượng kiềm đáng kể: 8,64 mgHCO₃⁻ trên 1mg nitơ dạng amon bị oxi hóa. Cần lưu ý rằng việc biến đổi nitơ ở dạng amon thành nitơ ở dạng nitrat không khử được nitơ nhưng giảm được nhu cầu oxi.

Những vi khuẩn nitrat hóa là những sinh vật rất mẫn cảm và chịu đựng được nhiều chất - tác nhân kìm hãm. Nhiều loại tác nhân hữu cơ - vô cơ có thể kìm hãm sự sinh trưởng và hoạt động của những sinh vật. Ảnh hưởng của pH cũng đáng kể. Khoảng pH tối ưu cho chúng tồn tại khá hẹp 7,5 - 8,6; nhưng hệ thống rất dễ thích nghi đối với khuẩn nitrit- nitrat ở điều kiện giá trị pH thấp. Nhiệt độ cũng ảnh hưởng nhiều tới các loại vi khuẩn này. Tuy nhiên khó lượng hóa được những động tác, ảnh hưởng này. Nồng độ oxi hòa tan lớn hơn 1 mg/l là điều kiện cần để quá trình nitrat hóa diễn ra. Nếu DO-oxi hòa tan dưới ngưỡng giá trị đó, thì oxi sẽ là yếu tố dinh dưỡng giới hạn và quá trình nitrat

hóa sẽ diễn ra chậm hoặc bị đình chỉ.

Áp dụng quá trình: Quá trình nitrat hóa chủ yếu có thể phân loại như sau: sinh trưởng lơ lửng, sinh trưởng gắn kết. Trong quá trình sinh trưởng lơ lửng, quá trình nitrat hóa có thể diễn ra và đạt được hoặc như đối với khi xử lý các chất hữu cơ chứa cacbon hoặc trong bể sinh trưởng lơ lửng riêng biệt nối tiếp sau quá trình xử lý với bùn hoạt tính. Khi thực hiện việc khử chất hữu cơ chứa cacbon và nitrat hóa trong cùng một bể, thì coi như quá trình nitrat hóa được thực hiện theo một giai đoạn. Khi tách riêng công trình nitrat hóa thì cũng phải gồm bể phản ứng, bể lắng và giống như quá trình với bùn hoạt tính.

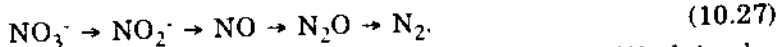
Quá trình oxi hóa amon thành nitrat cũng có thể thực hiện với không khí hoặc oxi nguyên chất.

Giống như bể thực hiện sinh trưởng lơ lửng, bể sinh trưởng gắn kết cũng dùng để thực hiện nitrat hóa. Tất cả đều giống như khử các chất hữu cơ chứa cacbon. Đó là bể lọc sinh học, đĩa sinh học, tháp lọc. Những hệ này cũng chịu được khi tải trọng cao tức thời, nhưng cũng còn nhiều amon khi lưu lượng cao tức thời. Ở hệ thực hiện oxi hóa chất hữu cơ chứa cacbon và nitrat hóa thì màng sinh học dày hơn khi chỉ thực hiện nitrat hóa. Khi tải trọng NOS chứa cacbon tan mà thấp thì cần phải đẩy mạnh sự sinh trưởng của loài vi khuẩn nitrat hóa do chiều dày của màng sinh học khác nhau. Khi tải trọng cao hơn ở bể kết hợp cả hai quá trình xử lý sẽ dẫn tới hiện tượng sinh trưởng tạo màng sinh học quá dày và diễn ra hiện tượng lột xác.

b) Khử nitrat sinh học

Quá trình khử nitrat là giai đoạn hai của việc loại bỏ nitơ theo chuỗi quá trình nitrat hóa - khử nitrat.

Mô tả quá trình: Việc khử nitơ từ dạng nitrat thành dạng khí nitơ có thể thực hiện bằng con đường sinh học ở điều kiện "anoxic" (không có oxi). Quá trình này được gọi là quá trình *khử nitrat*. Trước đây, quá trình chuyển hóa này được gọi là *khử nitrat kỵ khí*. Tuy nhiên các con đường sinh hóa chủ yếu lại không phải là kỵ khí, mà còn có dạng của các con đường hiếu khí. Do vậy dùng thuật ngữ anoxic thay thế kỵ khí xem ra phù hợp hơn. Sự chuyển hóa nitơ ở dạng nitrat thành dạng dễ khử có thể qua nhiều con đường với nhiều loài vi khuẩn. Trong số này có: *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Spirillum*. Những vi khuẩn này là loại dị dưỡng có khả năng khác nhau trong việc khử nitrat theo quá trình hai bước: 1) chuyển hóa nitrat thành nitrit; 2) tạo ra nitơ oxit, dinitơ oxit và khí nitơ. Các phản ứng khử nitrat diễn ra như sau:



Ba hợp chất sau là các sản phẩm dạng khí và có thể được giải phóng bay vào khí quyển.

Trong các hệ khử nitrat, nồng độ oxi hòa tan là thông số giới hạn. Sự có mặt của oxi hòa tan (tiếng Anh là Dissolved Oxygen - DO) sẽ chấm dứt và chặn đứng hệ enzym cần thiết cho quá trình khử nitrat. Độ kiềm được tạo ra trong quá trình chuyển hóa nitrat thành khí nitơ nên sẽ làm pH tăng lên. Khoảng tối ưu của pH là 7 - 8 và các khoảng tối ưu này sẽ khác nhau đối với các quần thể vi khuẩn khác nhau. Nhiệt độ cũng ảnh hưởng tới tốc độ khử nitrat và tốc độ sinh trưởng của các loài vi khuẩn. Các loài sinh vật rất nhạy cảm đối với sự thay đổi nhiệt độ.

Áp dụng quá trình: Như với quá trình nitrat hóa, các quá trình khử nitrat chủ yếu có thể được phân loại như kiểu sinh trưởng lơ lửng và sinh trưởng gắn kết. Quá trình khử nitrat kiểu sinh trưởng lơ lửng thường được thực hiện ở dạng bùn hoạt tính kiểu đẩy (nghĩa là theo thứ tự nối tiếp, chuyển hóa nitơ hữu cơ và amon thành nitrat (nitrat hóa). Vi khuẩn kỵ khí sẽ lấy năng lượng để sinh trưởng từ sự chuyển hóa nitrat thành khí nitơ nhưng cũng đòi hỏi có nguồn cacbon để tổng hợp tế bào. Do nước thải đã được nitrat hóa thường chứa ít vật chất chứa cacbon nên đòi hỏi phải bổ sung thêm nguồn cacbon từ ngoài vào. Trong một số hệ khử nitrat sinh học, nước thải chảy tới hoặc tế bào chất thường là nguồn cung cấp cacbon cần thiết. Khi xử lý nước thải công nghiệp thường thiếu cacbon hữu cơ nên người ta dùng rượu metylic làm nguồn cacbon. Nước thải công nghiệp nếu nghèo chất dinh dưỡng nhưng lại chứa cacbon hữu cơ thì cũng có thể hòa trộn vào. Vì khí nitơ được hình thành trong các phản ứng khử nitrat thường ngăn cản quá trình lắng của hỗn hợp chất lỏng nên phải dùng bể khuấy trộn để khí nitơ bay đi trước khi cho hỗn hợp qua lắng.

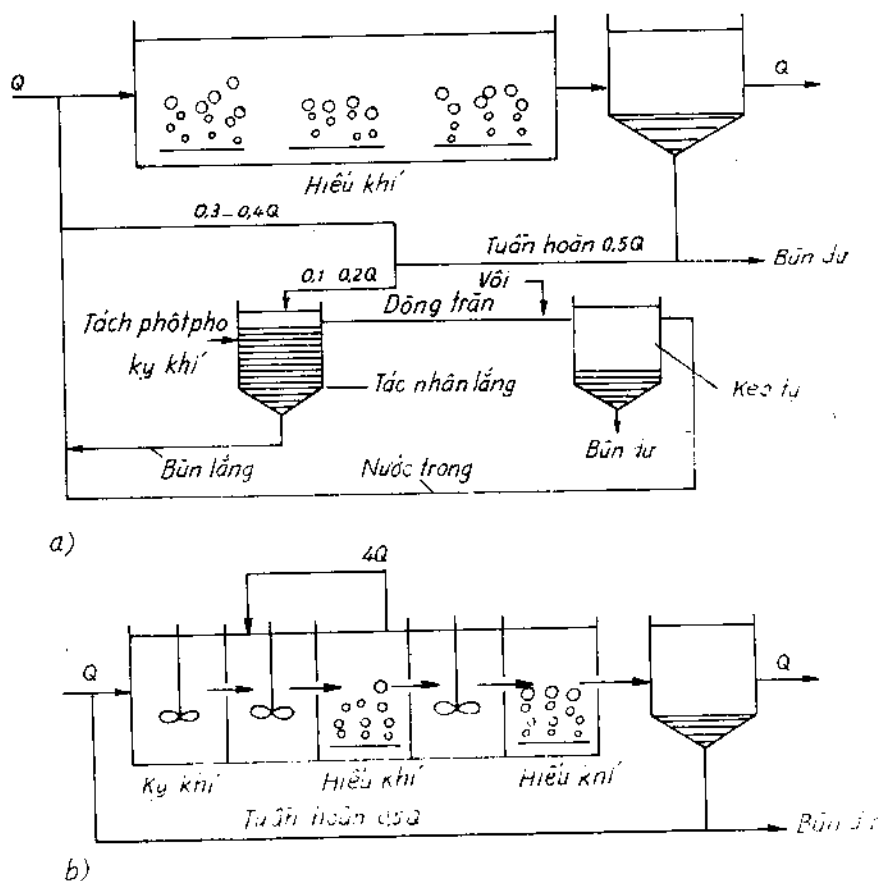
Khử nitrat dạng sinh trưởng gắn kết (màng sinh học cố định) được thực hiện trong các tháp chứa đá, sỏi hoặc vật liệu tổng hợp và vi khuẩn sẽ sinh trưởng, phát triển ở đó. Tùy thuộc kích thước vật liệu, quá trình này có thể cần hoặc không cần có bể lắng sau đó. Việc xả chất rắn dư chỉ thực hiện khi nồng độ chất rắn ở dòng ra vượt quá ngưỡng giới hạn nào đó. Khi đó người ta tiến hành định kỳ rửa ngược bể lọc bằng dòng nước hoặc khí hoặc kết hợp dòng khí - nước để đề phòng chất rắn làm tăng tổn thất áp lực ở bể lọc.

Cũng như quá trình khử nitrat kiểu sinh trưởng lơ lửng, thường cần bổ sung thêm nguồn cacbon từ bên ngoài. Đa số trường hợp áp dụng quá trình khử nitrat này thường phải dùng kiểu dòng hướng xuống tự chảy hoặc có áp. Tuy nhiên cũng có thể dùng kiểu dòng chảy hướng lên.

10.3.1.2. Loại bỏ photpho

Photpho bị vi khuẩn sử dụng và quá trình diễn ra trong bể phản ứng. Bằng việc kiểm soát các điều kiện môi trường thuần túy, những vi sinh vật có thể sử dụng photpho dư. Việc loại photpho đi kèm với việc tạo chất thải hoặc dịch vi khuẩn.

Photpho xuất hiện trong nước thải ở dạng octophotphat (PO_4^{3-}) hoặc poliphotphat (P_2O_7) hoặc photpho liên kết hữu cơ. Hai loại hợp chất sau thường tồn tại ở nước thải tới 70%. Vi sinh vật sử dụng photpho trong quá trình tổng hợp tế bào và vận chuyển năng lượng. Do vậy 0-3% photpho trong nước thải được khử trong thời gian xử lý sinh học bậc hai. Nhiều khi phải bổ sung thêm ngoài lượng cần thiết cho hoạt động bình thường và tổng hợp tế bào



Hình 10.5. Quá trình xử lý sinh học khử photpho:
a- Quá trình Phostrip; b- Quá trình 5 bậc

để đạt được nồng độ dòng ra ở mức thấp. Ở một số điều kiện hiếu khí, vi sinh vật cần nhiều photpho hơn. Photpho có thể giải phóng khỏi tế bào ở điều kiện anoxic. Việc khử photpho bằng phương pháp sinh học thường phải tạo ra các điều kiện môi trường phù hợp trong bể.

Mô tả quá trình: Những vi khuẩn *Acinetobacter* là một trong những sinh vật đầu tiên có trách nhiệm khử photpho. Những sinh vật này phân giải các axit béo dễ bay hơi trong nước thải ở điều kiện kỵ khí bằng cách giải phóng photpho tích lũy được. Những axit béo dễ bay hơi là những cơ chất quan trọng đối với *Acinetobacter* khi chúng cạnh tranh với các loài dị dưỡng. Nếu sau vùng kỵ khí là vùng hiếu khí thì những vi sinh vật sẽ tích lũy photpho ở trên mức bình thường. Photpho không chỉ tiêu thụ cho tế bào hoạt động, tổng hợp tế bào, vận chuyển năng lượng, mà còn tích lũy để vi sinh vật sử dụng khi cần thiết. Bùn chứa photpho dư sẽ được xả đi, hoặc khử hoặc xử lý để giải phóng photpho dư đó. Việc giải phóng photpho diễn ra trong điều kiện anoxic. Như vậy việc khử photpho bằng sinh học đòi hỏi cả hai loại bể phản ứng kỵ khí và hiếu khí hoặc cả hai vùng ở trong cùng một bể.

Như đã lưu ý ở trên, có hai cơ chế tồn tại trong việc khử photpho: bùn xả ra và xử lý bùn riêng. Ngày nay tồn tại nhiều quá trình, trong đó có thể một trong hai cơ chế trên chiếm ưu thế. Cả hai quá trình đều tồn tại như trong sơ đồ hình 10.5 đã chỉ.

10.4. XỬ LÝ VÀ SỬ DỤNG CẶN

Khi xử lý nước thải sẽ tạo khá nhiều cặn bùn. Số lượng thành phần tính chất hóa lý của cặn tùy thuộc loại nước thải ban đầu và phương pháp xử lý. Có loại chứa nhiều chất hữu cơ, có loại chứa nhiều chất vô cơ. Mặt khác việc lựa chọn biện pháp xử lý, sử dụng cặn lại tùy thuộc số lượng và thành phần của nó.

Để xử lý và làm khô cặn của nước thải công nghiệp, ta cũng dùng các biện pháp như đối với nước thải sinh hoạt. Song để làm khô cặn nước thải công nghiệp người ta thường dùng phương pháp cơ học (máy ép lọc và quay ly tâm).

Việc lựa chọn và tính toán các thiết bị làm khô cặn phải dựa trên cơ sở thực nghiệm đối với từng loại nước thải. Các loại cặn của nước thải sản xuất cũng đa dạng và khác nhau như chính nước thải vậy.

Bùn hoạt tính của nước thải sản xuất cũng chứa nhiều tạp chất. Một số trong các loại tạp chất này có thể là những chất trở ngại đối với vi sinh vật. Một số khác có thể ngăn cản quá trình sinh-hóa diễn ra khi xử lý bùn sau đó.

Tính chất của các tạp chất sẽ ảnh hưởng tới tính chất vật lý của bùn, cụ thể là ảnh hưởng tới độ ẩm của bùn và khả năng nhả nước của nó khi phơi khô.

Tuy nhiên càng nhiều chất hữu cơ trong nước thải sản xuất (nồng độ formandehit nhỏ hơn 135g/l, axeton nhỏ hơn 100mg/l, nồng độ toluen là 20mg/l, nồng độ rượu amylic là 50mg/l, v.v.) không những không ngăn cản quá trình lên men, mà thậm chí còn tăng khả năng tạo khí.

Bùn hoạt tính chứa nhiều đạm, mỡ, photpho. Tỷ lệ các chất này tùy thuộc loại nước thải của từng xí nghiệp. Chẳng hạn trong bùn hoạt tính tạo ra khi xử lý nước thải của các nhà máy rượu tổng hợp, lượng đạm chiếm 50 - 53% tổng số chất không tro; mỡ 11 - 13%; đường 9 - 10%.

Trong bùn hoạt tính của nước thải nhà máy thủy phân đạm chiếm 48% và đường là 1% tổng số chất không tro. Ở bảng 10.10 là thành phần các nguyên tố cơ bản trong bùn hoạt tính của một số loại nước thải sản xuất.

Ngoài ra trong bùn hoạt tính rất giàu vitamin. Chẳng hạn trong bùn hoạt tính của nước thải tạo ra khi chế biến than nâu có chứa vitamin B12 với lượng 0,15 mg/g chất khô; của bùn hoạt tính trong nước thải nhà máy thủy phân là 0,08 - 0,9 mg/g chất khô.

Bảng 10.10. Thành phần các nguyên tố cơ bản trong bùn hoạt tính (tính theo tỷ lệ %)

Các nguyên tố cơ bản	Nhà máy luyện than cốc hóa học	Nhà máy thủy phân	Nhà máy chế biến nhiên liệu rắn
C	43,56	15,02	47,0
H	6,11	2,18	6,8
N	9,64	1,79	12,1
O	24,38	15,83	32,4
S	1,23	1,44	1,07
P	1,29	0,56	
Tro	13,99	63,18	

Như vậy người ta có thể sử dụng bùn hoạt tính cho thêm vào thức ăn cho gia súc, gia cầm.

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT

Để xử lý khử độc nhiều loại nước thải công nghiệp đôi khi người ta dùng phương pháp nhiệt là hợp lý nhất. Thực chất của phương pháp nhiệt là các chất độc hữu cơ trong nước thải sẽ hoàn toàn bị oxy hóa ở nhiệt độ cao (bị đốt cháy) và cho các sản phẩm ở thể khí và rắn; thể khí cho bay hơi vào khí quyển; thể rắn có thể sử dụng được.

Để đốt cháy các chất hữu cơ trong nước thải trước tiên người ta phải cho bay hơi một lượng nước khá lớn tức là phải chi phí thêm nhiên liệu, điện năng. Khi đó sơ đồ công nghệ trạm xử lý cũng phức tạp thêm. Khi chọn sơ đồ công nghệ, trạm xử lý bằng phương pháp nhiệt phải căn cứ vào thành phần tính chất hóa lý và nồng độ các chất bẩn trong nước thải, trạng thái tồn tại các sản phẩm sau khi đốt.

11.1. PHÂN LOẠI NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP VÀ ÁP DỤNG ĐỐI VỚI PHƯƠNG PHÁP NHIỆT

1- Theo thành phần của các chất bẩn người ta phân biệt ba loại nước thải chính:

- Loại I là nước thải chỉ chứa các chất hữu cơ và khi đốt cháy không tạo ra tro (các chất vô cơ);
- Loại II là nước thải chứa các chất hữu cơ hoặc vô cơ khi đốt cháy tạo tro (các chất vô cơ);
- Loại III nước thải chỉ chứa các chất vô cơ không cháy. Để xử lý nước thải này người ta dùng biện pháp sấy, không dùng biện pháp đốt cháy.

Thuộc loại I gồm nước thải chứa các chất hữu cơ hoặc có các chất vô cơ nhưng khi cháy chúng bị phân hủy và tạo ra tro với lượng nhỏ (dưới 0,5 - 1%). Khi đó không cần thu hồi tro và làm sạch khí - khói bụi trước khi xả vào không khí.

Nước thải chứa các chất vô cơ, trong quá trình đốt cháy bị phân hủy và không tạo tro ở dạng rắn hoặc lỏng, ví dụ, nước thải chứa amoniac, hidrazin,...

Khi xử lý (đốt) nước thải loại II sẽ tạo ra các chất vô cơ rắn hoặc nóng chảy. Do đó trong sơ đồ công nghệ trạm xử lý phải có hệ thống khử bụi trước

khí xả khí vào khí quyển; phải có thiết bị xả, phân loại và vận chuyển sản phẩm dạng nóng chảy hoặc rắn.

2- Theo nhiệt độ sôi của các chất bẩn hữu cơ, nước thải loại I, II chia làm hai nhóm:

- nhóm A là nước thải không chứa các chất dễ bay hơi (tức là các chất có nhiệt độ sôi dưới 100°C);

- nhóm B là nước thải chứa các chất dễ bay hơi.

3- Theo nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp các chất vô cơ tạo thành khi đốt cháy, nước thải loại II cũng được chia làm ba nhóm:

- nhóm 1 là nước thải chứa các chất vô cơ có nhiệt độ nóng chảy xấp xỉ nhiệt độ công tác của lò đốt;

- nhóm 2 là nước thải chứa các chất vô cơ có nhiệt độ nóng chảy lớn hơn nhiều so với nhiệt độ công tác của lò;

- nhóm 3 là nước thải chứa các chất vô cơ có nhiệt độ nóng chảy nhỏ hơn nhiều so với nhiệt độ công tác của lò đốt.

Cần chú ý rằng: ở đây là nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp chất vô cơ hình thành trong quá trình đốt cháy chứ không phải chất vô cơ có sẵn trong nước thải lúc đầu. Thành phần của hỗn hợp chất vô cơ hình thành trong quá trình đốt hoàn toàn khác thành phần của hỗn hợp các chất vô cơ có sẵn trong nước thải lúc đầu. Vì khi đốt cháy ở nhiệt độ cao sẽ diễn ra các phản ứng hóa học giữa các chất, giữa chúng với khí trong khói, diễn ra hiện tượng bay hơi, oxy hóa,...

4- Theo khả năng bay theo khói của các chất vô cơ ở nhiệt độ công tác của lò đốt, nước thải loại II còn chia ra:

- nước thải chứa các chất vô cơ hoàn toàn bay đi trong quá trình đốt;

- nước thải chứa các chất vô cơ không bay đi trong quá trình đốt;

- nước thải chứa các chất vô cơ bay đi một phần trong quá trình đốt.

11.2. SƠ ĐỒ TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT

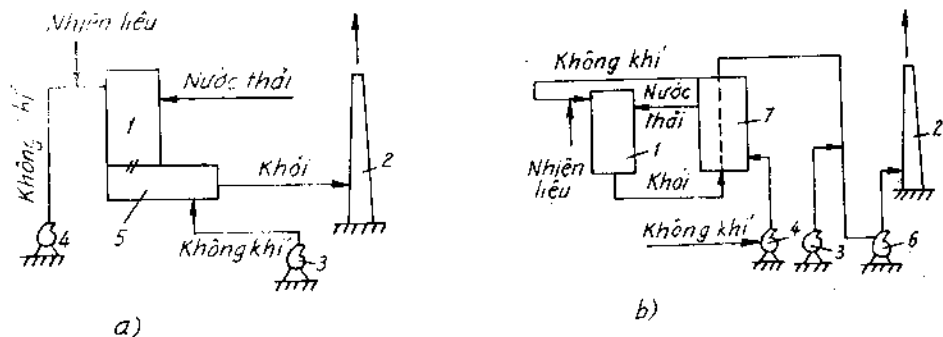
11.2.1. Sơ đồ công nghệ đơn giản dùng cho nước thải loại I với lưu lượng nhỏ

Nước thải với lưu lượng nhỏ (dưới 3 - 4 tấn/h) có thể không hoặc có sử dụng nhiệt của khói bay ra (h. 11.1).

Khói bay ra khỏi lò đốt (h. 11.1a) sẽ được làm nguội trước khi xả vào khí quyển bằng cách phun nước kỹ thuật hoặc thổi không khí lạnh vào ống khói. Trạm này có vốn đầu tư xây dựng ít, xây dựng nhanh, quản lý đơn giản song giá thành quản lý lớn, vì hao tổn nhiều nhiên liệu tới 300 kg/tấn nước thải.

Để giảm hao phí nhiên liệu người ta sử dụng nhiệt ở hơi khói bay ra để sấy

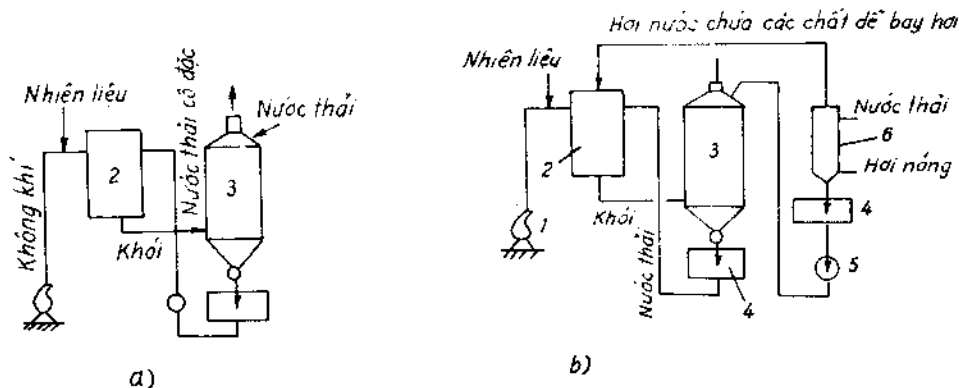
nóng không khí vào (h. 11.1b). Lượng nhiên liệu tiêu hao khoảng 210 - 240 kg/tấn nước thải.



Hình 11.1. Sơ đồ đốt nước thải

- a- không tận dụng nhiệt; b- với tận dụng nhiệt; 1- lò đốt; 2- ống khói;
3- quạt gió để dẫn không khí pha loãng khói; 4- máy thổi không khí vào;
5- buồng dẫn khói; 6- máy hút khói; 7- buồng sấy nóng không khí

Để khử độc nước thải loại I-A không chứa các chất dễ bay hơi có thể dùng sơ đồ hình 11.2a với dùng nhiệt ở khói để sơ bộ cô bay hơi nước thải trong tháp bay hơi. Nhiệt độ khói bay ra khỏi tháp là 75 - 90°C. Lượng nhiên liệu tiêu hao khoảng 90kg/tấn nước thải.

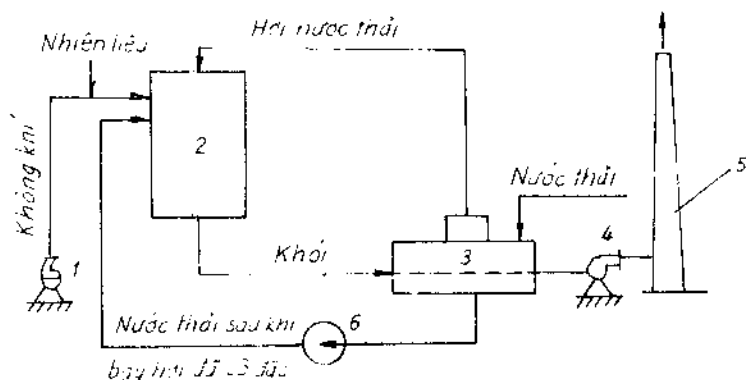


Hình 11.2. Sơ đồ khử nước thải với tháp cô đặc bay hơi

- a- đơn giản; b- sơ bộ chưng cho các chất bay hơi theo nước; 1- máy thổi không khí vào lò; 2- lò đốt; 3- tháp lọc khói cô đặc và bay hơi; 4- bể chứa; 5- máy bơm; 6- tháp chưng các chất bay theo hơi nước

Để khử độc nước thải loại I-B chứa các chất dễ bay hơi có thể dùng sơ đồ như hình 11.2b. Các chất dễ bay hơi sẽ được chưng cho bay hơi (bằng hơi nóng)

và dẫn về lò đốt. Nước thải sau tháp chưng bay hơi rồi dẫn về lò đốt. Nước thải sau tháp chưng bay hơi với nhiệt độ $90 - 95^{\circ}\text{C}$ được dẫn về tháp cô đặc bay hơi rồi dẫn về lò đốt với nhiệt độ $850 - 1000^{\circ}\text{C}$. Ở tháp cô đặc - bay hơi một mặt nước thải được cô đặc lại, mặt khác khối từ lò đốt ra (với nhiệt độ 900°C), sẽ được khử bụi và bay ra ngoài. Vì nhiệt độ dung dịch thấp dưới 90°C nên các chất hữu cơ độc không bay hơi vào khí quyển được. Để khử độc nước thải không chứa muối cứng có thể dùng sơ đồ thiết bị bay hơi kiểu bề mặt (h.11.3)



Hình 11.3. Sơ đồ khử độc nước thải với sơ bộ cô đặc ở thiết bị bay hơi kiểu bề mặt:
1- máy thổi không khí vào lò; 2- lò đốt; 3- lò đốt cô bay hơi kiểu bề mặt; 4- máy hút khói;
5- ống khói; 6- máy bơm

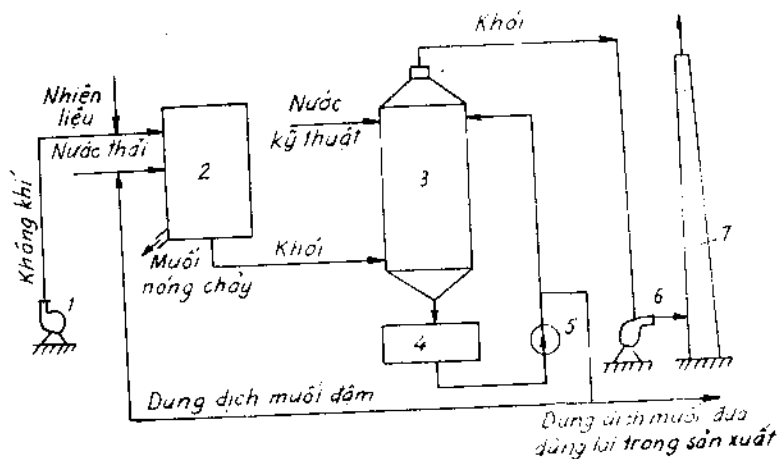
Lượng nhiên liệu tiêu hao cũng tương tự như sơ đồ với tháp cô bay hơi. Tuy nhiên việc áp dụng sơ đồ này cũng bị hạn chế vì chẳng những trong nước thải có nhiều muối cứng mà còn có nhiều loại muối khác gây lắng cặn.

11.2.2. Sơ đồ công nghệ trạm khử độc nước thải loại II với lưu lượng nhỏ

Đặc điểm của các trạm xử lý nước thải loại II là có thiết bị làm sạch khói trước khi xả ra khí quyển và thiết bị thu hồi muối vô cơ. Để xử lý các loại nước thải II-A-1 và II-B-1 có thể dùng sơ đồ hình 11.4. Ở tháp làm sạch và làm nguội khói, người ta thực hiện tuần hoàn nước muối khoáng để khử bụi được hoàn toàn, liên tục. Một phần dung dịch muối khoáng đậm đặc được đưa về đốt hoặc dùng lại trong sản xuất. Để bổ sung tổn thất nước do bay hơi người ta dùng nước kỹ thuật. Hao tổn nhiên liệu trong sơ đồ này khoảng $300 - 350$ kg/tấn nước thải.

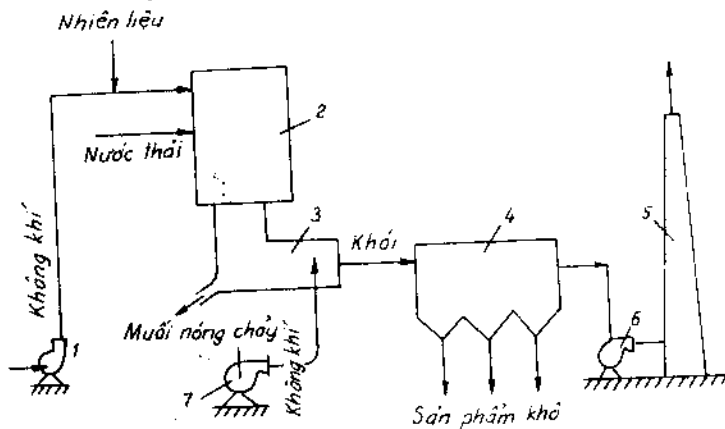
Để xử lý nước thải II-A-2 và II-B-2 có thể dùng sơ đồ hình 11.5 với làm sạch khói bằng phương pháp khô.

Đối với nước thải loại II-A, II-B chứa các chất hoàn toàn bay theo khói trong quá trình đốt hoặc chứa các hạt vô cơ rất nhỏ dễ theo khói, có thể dùng thiết bị làm sạch khói kiểu ướt và xả sản phẩm khô dạng bột sau khi qua thiết bị sấy (h.11.6).



Hình 11.4. Sơ đồ khử độc nước thải không dùng nhiệt :

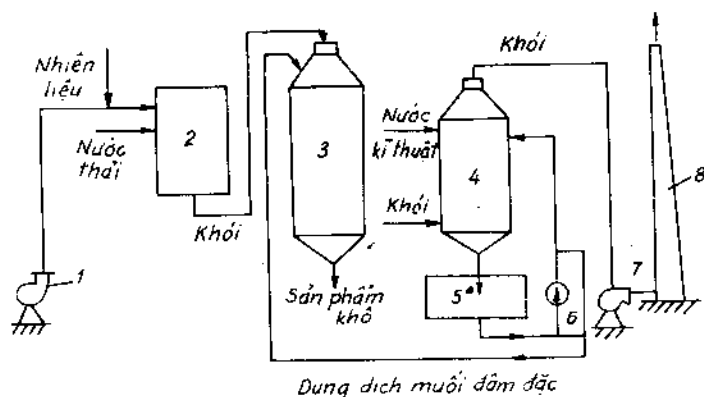
1- máy thổi không khí; 2- lò đốt; 3- tháp lọc và làm nguội khói; 4- bể chứa dung dịch muối tuần hoàn; 5- máy bơm; 6- máy hút khói; 7- ống khói



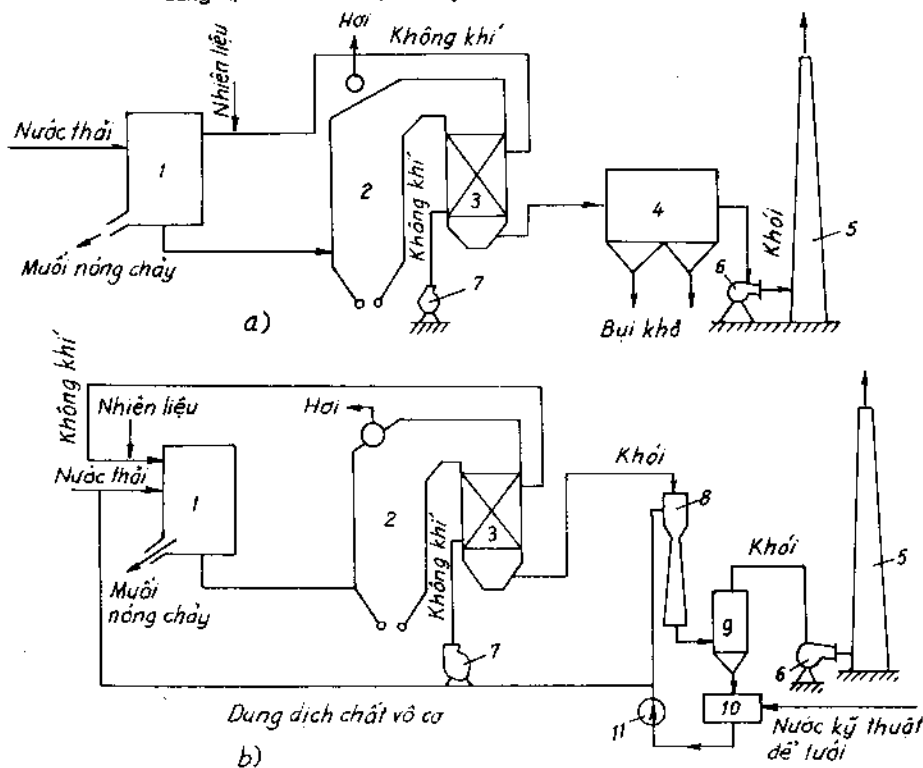
Hình 11.5. Sơ đồ khử độc nước thải với làm sạch khói bằng phương pháp khô:

1- máy thổi không khí; 2- lò đốt; 3- buồng dẫn khói; 4- ống khói; 5- máy hút khói; 7- quạt gió

Ở lò sấy, khói được sơ bộ làm nguội và làm sạch, với sơ đồ này lượng nhiên liệu tiêu hao khoảng 300 kg/tấn nước thải.



Hình 11.6. Sơ đồ khử độc nước thải với thu hồi các chất vô cơ dạng sản phẩm khô:
1- máy thổi không khí; 2- lò đốt; 3- lò sấy; 4- thiết bị làm sạch khói (kiểu ướt); 5- bể chứa
dung dịch chất vô cơ; 6- máy bơm; 7- máy hút khói; 8- ống khói



Hình 11.7. Sơ đồ trạm đốt nước thải loại II với nồi hơi:

- a- làm sạch khói bằng phương pháp khô; b- làm sạch khói bằng phương pháp ướt; 1- lò đốt;
2- nồi hơi; 3- hệ thống sấy nóng không khí; 4- thiết bị làm sạch khói bằng phương pháp khô;
5- ống khói; 6- máy hút khói; 7- máy thổi không khí; 8- êxectơ; 9- thiết bị thu hồi nước;
10- thùng chứa nước; 11- máy bơm

11.2.3. Sơ đồ công nghệ trạm khử độc nước thải với lưu lượng lớn

Cũng như các trạm nhỏ, ở đây nên tận dụng nhiệt trong khói bay ra khỏi lò. Thông thường người ta dùng nhiệt đó cho các nồi hơi của máy điện, đồng thời làm nóng không khí trước khi thổi vào lò đốt. Nếu nồng độ các chất cháy trong nước thải cao thì hệ số hiệu dụng các nồi hơi rất cao. Hình 11.7 là sơ đồ trạm khử độc nước thải loại II với nồi hơi và làm sạch khói bằng phương pháp khô hoặc ướt.

Trong hệ thống nồi hơi, bên cạnh việc tận dụng nhiệt ở khí còn thực hiện phân cấp hạt vô cơ và làm nguội khói. Đối với nước thải loại I thì sơ đồ trạm khử độc đơn giản rất nhiều: chỉ cần lò đốt, hệ thống nồi hơi và các máy thổi không khí, máy bơm, ống khói.

11.3. CẤU TẠO VÀ TÍNH TOÁN CÁC THIẾT BỊ LÒ ĐỐT

11.3.1. Lò đốt

11.3.1.1. Cấu tạo

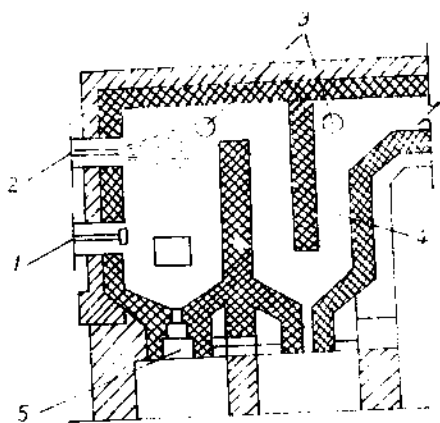
Để đốt nước thải người ta dùng các loại lò kiểu nhiều ngăn, kiểu tháp trụ cao, kiểu trống xoay và kiểu xi-lôn, kiểu lò với lớp giả lỏng, với các loại nhiên liệu rắn, lỏng hoặc ở dạng khí.

Ngày nay phổ biến nhất là các loại nhiên liệu dạng lỏng và dạng khí. Các lò được trang bị các vòi đốt nhiên liệu (nếu là nhiên liệu lỏng và khí) và các vòi phun nước thải. Ở các hình 11.8 + 11.12 là sơ đồ các loại lò đốt nước thải.

Các lò được xây dựng bằng các vật liệu chịu lửa. Nhiều khi phải có biện pháp làm mát lò bằng nước kỹ thuật hoặc không khí.

Trong các lò kiểu trụ tháp và trống xoay thường có lưu lượng của nước thải thấp 20 - 100kg/h.m³ thể tích lò. Do đó đôi khi phải xây dựng lò với dung tích lớn, chiều cao của lò kiểu tháp là 10-20m, đường kính bên trong là 1,4 - 5m, đôi khi hơn nữa.

Trong số các loại lò, lò xi-lôn có hiệu suất cao nhất vì tạo được các điều kiện khí động lực tốt nhất với cường độ quá trình mạnh và ổn định nhất. Lưu lượng đơn vị của nước thải ở các lò kiểu xi-lôn



Hình 11.8. Sơ đồ lò đốt kiểu ngăn và thu hồi tro:

1- vòi đốt hơi mazut; 2- vòi phun nước thải; 3- van phòng nổ; 4- ngăn lắng tro bụi; 5- cửa xả tro đang lỏng

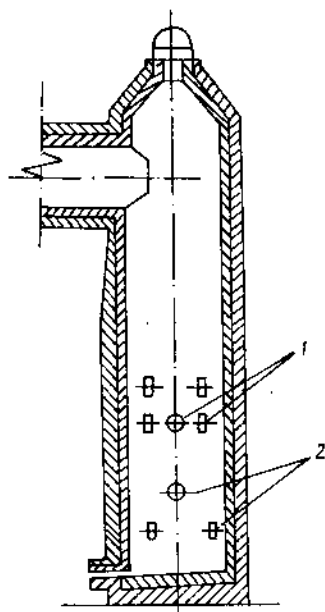
là 200 - 500kg/h và 1000kg/h trong 1m^3 thể tích lò. Số vòi đốt thường là hai và bốn, đặt theo phương tiếp tuyến với mặt trụ bên trong theo tiết diện ngang phía trên lò. Số vòi phun nước thải thường là 4 - 12 và được đặt ly tâm tại mặt cắt phía dưới vòi đốt. Các vòi phun nước đặt cách vòi đốt 0,3 - 0,5 đường kính lò nếu dùng nhiên liệu dạng khí và 0,6 - 0,7 đường kính lò nếu dùng nhiên liệu lỏng.

11.3.1.2. Các thông số công nghệ

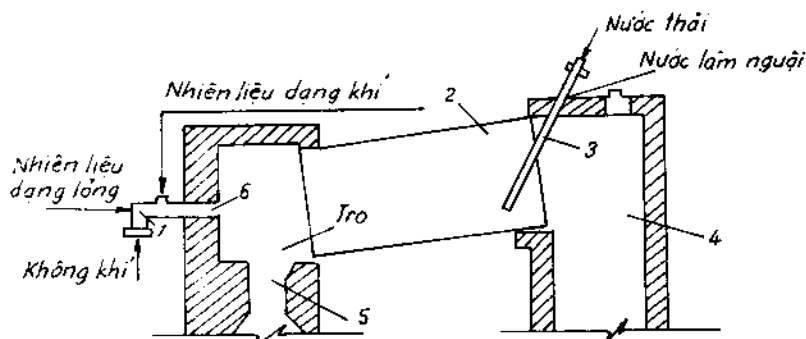
Chọn các thông số công nghệ có ý nghĩa lớn trong việc đảm bảo vệ sinh khử độc, đồng thời tiết kiệm được nhiên liệu, giảm giá thành xử lý. Nhiệt độ công tác của lò là nhiệt độ của khói ra khỏi lò phải chọn tùy thuộc thành phần các chất bẩn trong nước thải.

- Thực tế cho thấy phải chọn nhiệt độ công tác của lò cao hơn nhiệt độ nóng chảy của muối vô cơ khoảng 130 - 150°C. Thường nhiệt độ công tác của lò là 950 - 1050°C.

- Lưu lượng nước thải đơn vị 90 kg/h. m^3 dung tích lò.



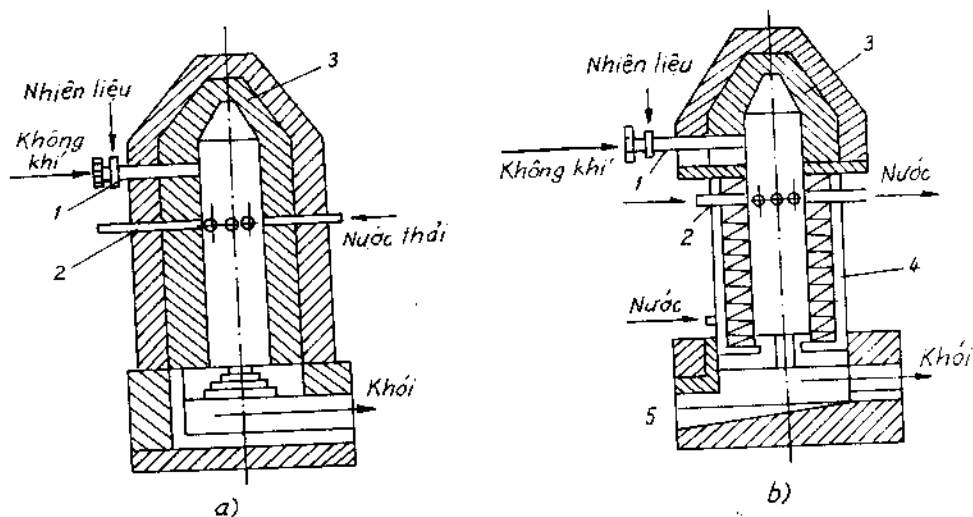
Hình 11.9. Sơ đồ đốt tháp:
1- vòi phun nước thải; 2- thiết bị vòi đốt nhiên liệu dạng khí và lỏng



Hình 11.10. Sơ đồ lò đốt kiểu trống quay:
1- thiết bị vòi đốt; 2- trống quay; 3- vòi nước thải; 4- lò đốt triệt để;
5- cửa xả tro; 6- nhiên liệu lỏng vào

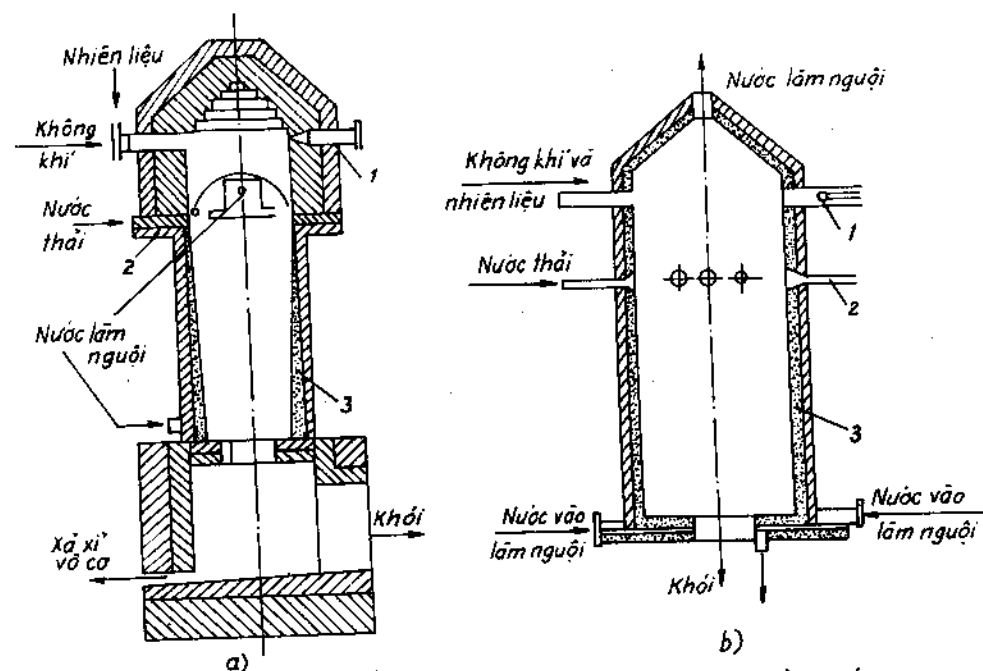
Đối với lò kiểu xiclôn có thể chọn lưu lượng nước thải từ 500 - 2500kg/ m^3 .h.

Tốc độ nhiên liệu - không khí khi nước thải ra khỏi vòi đốt chọn trong



Hình 11.11. Sơ đồ lò đốt kiểu xi-clon dùng để khử độc nước thải:

a- không tạo xỉ vô cơ; b- tạo xỉ vô cơ; 1- vòi đốt để trộn sơ bộ; 2- vòi ly tâm phun nước thải; 3- nóc bằng gạch; 4- nước làm nguội; 5- lò xả xỉ vô cơ



Hình 11.12. Sơ đồ lò đốt kiểu xi-clon với làm nguội liên tục bằng nước:

a- với phần trên bằng gạch; b- với vỏ bọc cách nhiệt; 1- các vòi đốt; 2- ống dẫn; 3- vật liệu chịu lửa

khoảng 20 - 100m/s tùy thuộc đường kính lò xiclôn.

- Đường kính giọt nước thải phun ra khỏi vòi phải nhỏ hơn $800\mu\text{m}$.
- Dung tích các lò có thể xác định theo lưu lượng đơn vị của nước thải:

$$V = \frac{G}{q_o}, \text{ m}^3, \quad (11.1)$$

trong đó G - lưu lượng nước thải, kg/h; q_o - lưu lượng đơn vị nước thải, kg/h.m³ thể tích lò.

Cũng có thể xác định dung tích lò đốt theo công thức:

$$V = \frac{Q}{\alpha_v \Delta t}, \text{ m}^3, \quad (11.2)$$

trong đó Q - nhiệt lượng truyền từ khí cho nước vào - tức là lượng nhiệt làm nước nóng lên và bay hơi kW; α_v - hệ số trao đổi nhiệt, kW/m³.°C; Δt - độ chênh lệch trung bình giữa nhiệt độ khí đốt cháy nhiên liệu trong lò và nhiệt độ khối ra lò:

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_n, \quad (11.3)$$

ở đây t_1, t_2 - nhiệt độ đốt cháy nhiên liệu trong lò và khí ra lò, °C; t_n - nhiệt độ ở bề mặt hạt nước, thường chọn $t_n = 100^\circ\text{C}$.

Đối với kiểu lò xiclôn, tỷ lệ chiều cao - đường kính nên chọn bằng 2 - 2,5, đường kính trong của lò sẽ là:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi(H/D)}}, \text{ m}, \quad (11.4)$$

H - chiều cao của lò; D - đường kính lò.

11.3.1.3. Tính toán nhiệt

Mục đích tính toán nhiệt là xác định lượng nhiên liệu cần thiết để đốt cháy nước thải. Muốn tính toán nhiệt trước tiên phải chọn sơ đồ công nghệ của trạm xử lý (cả hệ thống sử dụng nhiệt và làm sạch khối) và phải tính tới hiệu ứng nhiệt của tất cả các loại lò, phản ứng hóa học diễn ra khi đốt cháy nước thải.

Khi biết rõ thành phần của các tạp chất trong nước thải thì có thể xác định lượng không khí cần thiết để oxy hóa và lượng khối khí bay ra mặc dù có thể diễn ra nhiều phản ứng phức tạp theo nhiều chiều hướng khác nhau khi đốt cháy. Song trong thực tế không biết rõ thành phần của nước thải nên không thể xác định được lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy các chất. Khi đó sơ bộ có thể tính theo công thức:

$$Q_1 = 12,75 \text{ NOH}, \text{ kJ/l}, \quad (11.5)$$

NOH - nhu cầu oxy cho quá trình hóa học để oxy hóa các chất bẩn trong

nước thải, xác định theo phương pháp bicromat, gO_2/l ; Q_t - lượng nhiệt tỏa ra khi đốt cháy, kJ/l .

Tổng lượng nhiệt tiêu hao trong quá trình đốt cháy bao gồm:

- nhiệt tiêu hao trong quá trình bay hơi nước thải và nung nóng hơi tới nhiệt độ công tác của lò;
- nhiệt tiêu hao cho bay hơi nước và nung nóng hơi của dung dịch dẫn từ hệ thống làm sạch khí bằng phương pháp ướt;
- nhiệt vật lý do khối khí mang đi khỏi lò;
- nhiệt vật lý của các sản phẩm cháy dạng khí mang đi;
- nhiệt vật lý do các chất vô cơ dạng bụi bay đi và mang theo;
- nhiệt vật lý do hỗn hợp nóng chảy mang đi;
- hiệu ứng nhiệt tổng cộng của các phản ứng hóa học thu nhiệt;
- tổn thất nhiệt vào môi trường hoặc đi theo các tác nhân làm nguội.

11.3.2. Tháp lọc làm sạch khí - khói

Loại tháp này để lọc khói trước khi xả vào khí quyển, đồng thời để tận dụng nhiệt của khói đun nóng nước và làm cho nước bay hơi một phần trước khi sấy hoặc đốt.

11.3.2.1. Cấu tạo

Tháp được xây dựng và đặt ngoài nhà (trừ phần dưới đặt trong nhà), vòi phun nước và thiết bị chắn nước không cho quạt gió hút đi. Tháp được xây dựng bằng thép chịu lửa, chịu axit đôi khi làm bằng bê tông cốt thép.

Khói được dẫn vào tháp qua một cửa sổ phía dưới theo kiểu hướng tâm hoặc kiểu tiếp tuyến; cửa sổ có kích thước $0,2 \times 1\text{m}$ và tốc độ khói qua đó là 8m/s . Khi làm việc được 1 - 2 ca thì phải cạo muối bám vào cửa sổ do khói kéo từ lò đốt ra.

Việc hút khói khỏi tháp được thực hiện ở tâm sàn phía trên tháp. Thiết bị chắn nước là các lưới đặt trên đường đi của khói. Phía trên lưới phải đặt các vòi phun để rửa muối bám vào lưới. Thường định kỳ mỗi ca rửa một lần. Tốc độ khói qua lưới chọn $3 - 6\text{m/s}$.

Các vòi phun nước được đặt 1 - 2 lớp kiểu quân cờ. Phải tính toán sao cho từ sàn công tác ở trên đến cuối dòng tia của vòi phun khoảng 2 - 2,5m để tạo các vùng ngăn cách không cho khói cuốn các giọt nước đi. Khoảng cách này tùy thuộc tốc độ khói. Khoảng cách giữa hai lớp vòi phun thường 1 - 2m, đồng thời phải sắp xếp các vòi phun để sao cho các dòng tia phun vào thành tường để rửa muối dính vào. Ngoài ra tháp phải được trang bị các nắp, van phòng ngừa nổ, ống tràn ở đáy hình nón phía dưới.

11.3.2.2. Các thông số công nghệ và tính toán

Các số liệu ban đầu để tính toán như sau: Năng suất của tháp theo lượng nước thải chảy tới G_1 (kg/s) với độ ẩm ω_1 (%), thành phần hóa học nước thải và độ ẩm nhỏ nhất ω_2 (%). Để đảm bảo có thể dùng máy bơm đẩy theo ống và phun qua các vòi phun ở các lò đốt với áp suất 10at/m² hay 1MPa/m²

Lượng nước bay đi trong tháp là:

$$W = G_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_2}, \text{ kg/s.} \quad (11.6)$$

Lượng nước thải đậm đặc còn lại G_2 là:

$$G_2 = G_1 - W, \text{ kg/s.} \quad (11.7)$$

Nhiệt độ của khối ra khỏi tháp bằng nhiệt độ nước đậm đặc còn lại, thường chọn bằng 90 - 95°C.

Lượng nhiệt tiêu hao tổng cộng Q là:

$$Q = W(q_{bh} + q_{dn} + q_1), \text{ kJ/s hoặc kW,} \quad (11.8)$$

trong đó q_{bh} - lượng nhiệt tiêu hao đơn vị để nước bay hơi, kJ/kg; q_{dn} - lượng nhiệt tiêu hao đơn vị để đun nóng nước từ nhiệt độ nước vào đến nhiệt độ nước đậm đặc 90 - 95°C; kJ/kg; q_1 - tổn thất nhiệt đơn vị vào môi trường xung quanh thường chọn bằng 160 - 250 kJ/kg ẩm.

Lưu lượng khối L là:

$$L = \frac{Q}{C_1 t_1 - C_2 t_2}, \text{ kg/s,} \quad (11.9)$$

trong đó t_1, t_2 - nhiệt độ tương ứng của khối từ lò đốt tới tháp lọc; $t_1 = 850 - 1000^\circ\text{C}$; $t_2 = 90 - 95^\circ\text{C}$; C_1, C_2 - nhiệt dung của khối, ứng với t_1, t_2 với cùng hàm lượng ẩm d_1 , kJ/kg°C.

Tiết diện ngang của tháp lọc khối khí:

$$F = \frac{V_o L}{u}, \text{ m}^2, \quad (11.10)$$

trong đó V_o - dung tích đơn vị của khối ở nhiệt độ t_2 (°C) và hàm lượng ẩm d_2 (kg/kg), m³/kg; u - tốc độ khối trong vùng phân chia chọn bằng 1m/s, nếu có thiết bị ngăn nước thì chọn bằng 1,5m/s.

Thể tích tháp lọc khối:

$$V = \frac{Q_{dn} + Q_{bh}}{\alpha_v \Delta t} = \frac{W(q_{dn} + q_{bh})}{\alpha_v \Delta t}, \text{ m}^3; \quad (11.11)$$

trong đó Q_{dn}, Q_{bh} - tương ứng là nhiệt tiêu hao cho đun nóng nước và bay hơi, kW; α_v - hệ số trao đổi nhiệt dung tích, kW /m³.°C.

Chiều cao công tác của tháp:

$$H_{ct} = \frac{V}{F}, \text{ m.} \quad (11.12)$$

Thường tháp có chiều cao tới 20m, đường kính tới 5m.

$$\text{Chiều cao tổng cộng } H = H_{ct} + (2,5 - 3), \text{ m.} \quad (11.13)$$

11.3.3. Lò sấy

Ở đây nước sẽ bay hơi còn các tạp chất không bay hơi được sẽ bị giữ lại ở dạng chất khô. Để sấy có thể dùng khối sau lò hơi có nhiệt độ 350°C hoặc sau lò đốt có nhiệt độ 1000°C như ở hình 11.6.

Dung tích nước thải ban đầu có độ ẩm 46 - 50% và được sấy đến độ ẩm 3 - 7%. Nhiệt độ ban đầu của khối là 300 - 600°C và 100 - 120°C. Để phun nước thải sau khi cô đặc thường dùng nhiều loại vòi phun khác nhau: kiểu đĩa ly tâm thuộc loại vòi phun cơ khí. Về cấu tạo lò sấy cũng như tháp lọc khí. Tỷ lệ giữa chiều cao và đường kính thường bằng 0,8 - 1 nếu vòi phun kiểu đĩa, bằng 2-3 nếu vòi phun kiểu cơ khí.

11.3.4. Cô đặc - bay hơi

Thường trước khi đốt nước thải, người ta phải cô đặc để giảm dung tích của nó. Việc cô đặc được thực hiện bằng hơi nóng qua các thiết bị cô bay hơi dưới áp suất khí quyển. Cũng có thể dưới áp suất cao hơn hoặc thấp hơn áp suất khí quyển.

Khi cô bay hơi dưới áp suất khí quyển hơi nước thứ cấp tạo ra sẽ bay vào khí quyển. Khi cô bay hơi dưới áp suất thấp hơn áp suất khí quyển thì trong trạm cô bay hơi sẽ tạo thành chân không do hơi nước thứ cấp bị ngưng tụ trong một số thiết bị ngưng đặc biệt. Khi cô bay hơi dưới áp suất chân không như vậy thì nhiệt độ sôi của nước sẽ giảm xuống và cho phép giảm được bề mặt tiếp xúc.

Khi cô bay hơi dưới áp suất cao hơn áp suất khí quyển thì hơi thứ cấp có thể dùng lại để đun nóng nước hoặc phục vụ cho những nhu cầu công nghệ khác.

Trong công nghệ có thể dùng các trạm cô bay hơi một bậc hoặc nhiều bậc. Các trạm cô bay hơi nhiều bậc sẽ làm việc theo kiểu nối tiếp với áp suất giảm dần từ bậc đầu tiên tới bậc cuối cùng. Khi đó hơi thứ cấp sẽ tạo ra ở mỗi bậc lại được dùng để đun nóng nước ở các bậc sau. Hơi thứ cấp ở bậc cuối cùng sẽ cho về thiết bị ngưng (nếu bậc này làm việc với áp suất thấp hơn áp suất khí quyển) hoặc sử dụng cho các nhu cầu khác (nếu bậc này làm việc với áp suất cao hơn 1 at).

Như vậy hơi nước chỉ dùng đun nóng ở bậc đầu tiên. Trong những trạm cô bay hơi cùng một lượng nhiệt của hơi nước ở bậc đầu nhưng được dùng lại

nhiều lần cho nên tiết kiệm được nhiều nhiệt.

Theo chế độ tuần hoàn hơi - tác nhân đun nóng nước, người ta phân biệt các trạm cô bay hơi với tuần hoàn tự nhiên hoặc cưỡng bức.

Các thiết bị cô bay hơi được tính toán theo các phương pháp thông thường, tức là xác định bề mặt tiếp xúc theo các thông số của hơi với các sơ đồ, thiết bị nhất định.

Lượng nhiệt (trong hơi) tiêu hao để cô bay hơi có thể xác định theo công thức sau:

$$q = \frac{2300}{n} + (130 - 140), \text{ kJ/kg nước thải}, \quad (11.14)$$

n - số bậc của trạm cô bay hơi.

Trong nhiều lĩnh vực công nghệ, để cô đặc nước thải người ta còn dùng các thiết bị với các vòi đặt ngập nước và cho hơi nóng, trực tiếp lội qua nước. Biện pháp này rất nhanh và tiêu hao ít nhiệt hơn. Hơi nóng với nhiệt độ ban đầu là 1400 - 1500°C; sau khi lội qua nước còn lại 110 - 120°C.

11.4. CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ KỸ THUẬT

Nói chung là giá thành quản lý các trạm khử độc nước thải bằng phương pháp nhiệt còn khá cao, trong đó phần chủ yếu (tới 60 - 70%) là chi phí về nhiên liệu. Chi phí đơn vị về vốn đầu tư cũng khá cao.

Để giảm giá thành xử lý người ta phải tận dụng nhiệt ở khói bay ra để sơ bộ cô đặc nước thải, khi đó giá thành xử lý sẽ giảm xuống. Một trong những biện pháp giảm giá thành xây dựng và quản lý các trạm này là sử dụng chúng làm các lò đốt sơ bộ của các trạm nhiệt của xí nghiệp hoặc của cả nhà máy nhiệt điện.

Khi khử độc nước thải chứa các chất hữu cơ, vô cơ nhiều khi tạo ra khá nhiều chất khoáng dạng bột nóng chảy hoặc dạng dung dịch đậm đặc, những chất này rất quý và có thể sử dụng ở nhiều lĩnh vực công nghiệp như vật liệu xây dựng, thủy tinh, luyện kim, hóa chất,...

Chương 12

NHU CẦU CẤP NƯỚC VÀ THẢI NƯỚC Ở MỘT SỐ LĨNH VỰC CÔNG NGHIỆP

12.1. NHU CẦU CẤP NƯỚC CHO CÁC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT TRONG CÔNG NGHIỆP

Nhu cầu về nước cho nổi hơi và làm mát (hay làm nguội) là nhu cầu chung cho đa số các loại hình công nghiệp và có thể xác định bằng nghiên cứu chuyên ngành cụ thể. Đối với nước dùng cho các mục tiêu sản xuất thì mới chỉ xác định được cho một số ít lĩnh vực công nghiệp mà thôi.

12.1.1. Nước dùng cho các nhà máy bia và nước giải khát

12.1.1.1. Nhà máy bia

Nhu cầu dùng nước để:

- Sản xuất bia;
- Rửa thùng, thiết bị và sàn nhà sản xuất;
- Làm mát;
- Rửa chai.

Chất lượng nước yêu cầu: Theo tiêu chuẩn ngành, chất lượng nước để sản xuất bia gắn liền với chất lượng bia sản xuất. Do đó, trong sản xuất bia, điều quan trọng là phải ngăn ngừa hiện tượng đóng cặn - kết tủa bicacbonat vì nguyên liệu đưa vào - malt, mạch chứa nhiều canxi photphat.

Như vậy *phải theo các qui tắc sau:*

- Phải thường xuyên khử bicacbonat;
- Giữ nồng độ Mg càng thấp càng tốt (nhỏ hơn 10 mg/l);
- Giữ tỷ lệ SO_4/Cl lớn hơn 1 (độ chín, độ của bia);
- Giữ nồng độ Na dưới 100 mg/l để giảm thiểu độ đắng của bia;
- Giữ NO_3^- nhỏ hơn 50 mg/l và NO_2^- nhỏ hơn 1 mg/l (ngưỡng giới hạn độc tính khi lên men và uống).

Nhu cầu về khối lượng nước: 5 - 6 hl/hl bia. Khi áp dụng hệ thống tuần hoàn có thể giảm xuống 4 - 5 hl/hl bia, trong đó:

- Sản xuất bia: 1,5hl/hl bia;
- Rửa: 3 - 4 hl/hl bia;
- Làm mát: 1 - 2 hl/hl bia.

12.1.1.2. Nhà máy nước giải khát (nước uống cacbonat hóa)

Nước dùng để sản xuất nước uống phải tuyệt đối đảm bảo tiêu chuẩn chất lượng đối với nước uống. Các nhà sản xuất thường tự quyết định về các quá trình xử lý nước uống của họ, đặc biệt là thời gian lưu giữ bảo quản. Tuy nhiên ngày nay họ có xu hướng tạo những chất lượng đặc thù của nước uống. Trong số những tính đặc thù này có: độ kiềm phải dưới 5 độ của Pháp và tổng chất tan phải dưới 500 mg/l. Đối với nước dùng để rửa có thể nhiều hơn một chút về clorua.

Nhu cầu để sản xuất 1 lít nước uống cần 3 lít nước dùng.

12.1.2. Công nghiệp sữa

Nước dùng để:

- Tiệt trùng các thiết bị và thùng chứa;
- Làm sạch đất;
- Rửa sản phẩm;
- Khôi phục, hoàn nguyên sữa;
- Làm mát.

Nhu cầu dùng nước cho các mục tiêu khoảng 4,5 - 8 lít cho 1 lít sữa.

12.1.3. Công nghiệp đường

12.1.3.1. Các nhà máy đường từ củ cải đường

Việc xử lý nước công nghiệp có liên quan tới quá trình làm trong nước bổ sung và làm trong dịch nước đường.

Rửa củ cải: nước bắn được tuần hoàn, được cho qua các bể lắng với thiết bị gạt cặn để thu hồi nước.

Khuếch tán dung dịch thô bước 1 (chuẩn bị nước củ cải): xử lý bằng dung dịch amon đậm đặc và tuần hoàn trở về đầu khối khuếch tán (h.12.1).

Xử lý dịch đường bước 2:

- Làm trong dịch đường bước 2 đã được cacbonat hóa (bảo vệ thiết bị bay hơi để chống đóng cặn);
- Khử khoáng trong dịch đường (để giảm mức mật đường);
- Khử màu sirô bằng cách cho qua cacbon hoạt tính hoặc nhựa hấp phụ;
- Bay hơi sirô và tinh thể hóa đường: xử lý sirô - mật đường trong các thiết bị bay hơi.

Xử lý bán thành phẩm (dịch nước mẹ hoặc mật đường) để giảm mức mật đường:

- Xử lý dịch nước mẹ qua nhựa trao đổi cation đã được hoàn nguyên bằng mangan clorua (quá trình Quentin). Thay thế các ion Na^+ và K^+ bằng các ion Mg^{2+} sẽ làm giảm lượng đường còn lại trong mật đường;

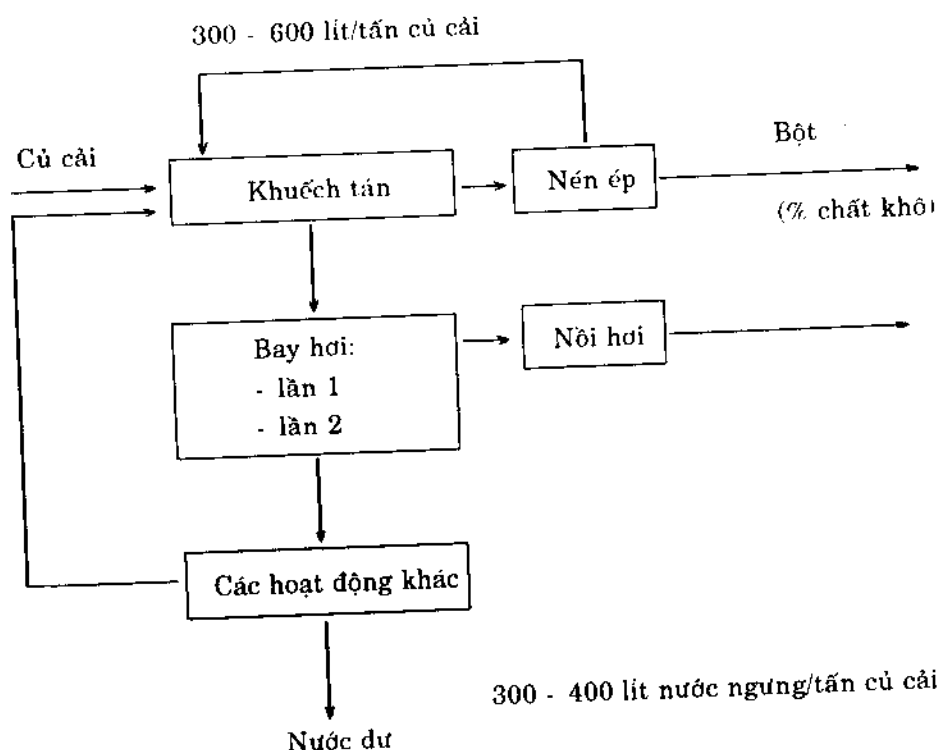
- Khử ion của nước mẹ hay mật đường bằng trao đổi ion cùng với việc xử lý bổ sung nếu có thể để thu được dịch đường.

Bổ sung nước:

- Nước nổi hơi được hoàn nguyên từ đầu qui trình, nhất là ở những nơi không đủ nước ngưng trở về;

- Phải thường xuyên bổ sung nước cho hệ thống làm mát của máy tuócbin xoay chiều và khí củ cải được đưa đến (5 - 10 lít cho 1 tấn củ cải).

Nhà máy đường có chu trình tuần hoàn: nước được đưa vào cùng với củ cải và dẫn xuống cùng với nước rửa hoặc bùn thải (h.12.1).



Hình 12.1. Chu trình nước trong nhà máy đường từ củ cải

12.1.3.2. Các nhà máy đường mía

Khi làm trong dịch mía thô ban đầu, phương pháp làm trong cũng giống như các phương pháp được dùng đối với nước và đôi khi:

- Làm trong một cách nhanh chóng dịch đường đã vôi hóa để tách chất thải;
- Tuyến nổi dung dịch đường đã làm trong để tách bã còn lại;
- Tiết trùng các dòng tuần hoàn.

12.1.3.3. Các nhà máy tinh chế đường (đường củ cải hoặc đường mía)

Mật hoặc dịch đường được tiếp tục xử lý nhiều lần để khử màu.

12.1.4. Các nhà máy chế biến rau quả

- Làm mềm nước sản xuất là khâu thường phải thực hiện (đối với rau quả, độ cứng phải khoảng 10 - 20 độ theo độ Pháp);
- Ngoài ra còn phải giảm tổng lượng chất tan.

12.1.5. Công nghiệp dệt

Nước được dùng cho các công đoạn sau:

- Nồi hơi (thường phải bổ sung những khối lượng lớn);
- Cho công nghệ sản xuất (nhuộm, tẩy rửa, giặt rũ,...);
- Điều hòa không khí (ấm hóa và khử bụi).

Các loại xí nghiệp công nghiệp này yêu cầu nhiều loại nước với khối lượng lớn và phải xử lý các loại nước sau:

- Làm mềm hay khử khoáng nước, nhất là dùng cho sản xuất len và các loại sợi nhân tạo;
- Làm mềm, thường thực hiện bằng cách khử cacbonat, đối với nước dùng cho tẩy trắng và nhuộm sợi;
- Khử khoáng đối với nước dùng cho điều hòa không khí trong các phân xưởng kéo sợi hoặc dệt (lọc bán thấm, trao đổi ion).

Lượng nước dùng cần thiết cho các quá trình sản xuất chiếm tới 80% tổng nhu cầu và được chia ra như sau:

Loại hình sản xuất

Nhu cầu: m³/tấn sản phẩm

Khử mỡ len (lông cừu)

20 - 40

Hoàn tất và nhuộm len

70 - 200

Hoàn tất sản xuất sợi bông và sợi tổng hợp

100

Nhuộm, in hoa vải sợi

70

12.1.6. Công nghiệp bột và giấy

Các xí nghiệp công nghiệp loại này thường sử dụng nước với khối lượng lớn cho các mục tiêu sau:

- Sản xuất hơi;
- Chuẩn bị bột;
- Sản xuất giấy và vận chuyển sợi.

12.1.6.1. Chất lượng nước

Các nhà máy giấy cơ bản đòi hỏi phải khử độ đục, độ màu của nước thô cũng như độ cứng tạm thời. Hội đồng tư vấn quốc gia về công nghệ giấy của Mỹ đã đề ra một số tiêu chuẩn chất lượng nước cho các loại công nghiệp bột

giấy khác nhau (bảng 12.1).

Bảng 12.1. Tiêu chuẩn chất lượng nước công nghiệp giấy do Hội đồng tư vấn quốc gia về công nghiệp giấy đề ra (Mỹ)

Chỉ tiêu	Giấy chất lượng tốt	Nồng độ lớn nhất trong nước sản xuất		
		Giấy Kraft		Giấy bột
		tẩy trắng	không tẩy trắng	cơ giới
Độ đục, mg/l SiO ₂	10	40	100	50
Màu mg/l Pt-Co	5	25	100	30
TH, độ của Pháp	10	10	20	20
CaH, độ của Pháp	5	-	-	-
Độ kiểm theo methyl-orange, độ Pháp	7,5	7,5	15	15
Fe, mg/l	0,1	0,2	1,0	0,3
Mn, mg/l	0,05	0,1	0,5	0,1
Cặn clorua còn lại, mg/l	2,0	-	-	-
Silic tan, mg/l	20	50	100	50
Chất tan, mg/l	200	300	500	500
CO ₂ tự do, mg/l	10	10	10	10
Clorua mg/l	-	-	-	-

Ghi chú: TH - độ cứng toàn phần.

CaH - độ cứng canxi.

Bảng 12.2. Lượng nước tiêu thụ trong các nhà máy sản xuất bột và giấy

Các nhà máy bột và giấy	m ³ /tấn
Sản xuất bột bằng các phương pháp:	
- Kraft không tẩy trắng	25 - 60
- Kraft tẩy trắng	40 - 80
- Sunfit tẩy trắng	80 - 150
- Bán hóa học (Semichemical)	12 - 20
- Hóa - nhiệt - cơ	12 - 25
Khử mực (Deinking)	50 - 80
Sản xuất giấy	
- Kraft	20 - 40
- Giấy báo	40 - 60
- Chất lượng tốt	40 - 100
- Giấy bao gói	3 - 40

12.1.6.2. Sử dụng nước bổ sung

Khoảng từ 1975, nước bổ sung nằm trong khoảng 100 - 300 m³/tấn bột giấy. Từ đó trở đi, nhờ kiểm soát chặt chẽ các dòng xả nước thải và tăng cường sử dụng hệ thống cấp nước tuần hoàn, lượng nước tiêu thụ đã giảm đi rõ rệt, trong khi đó lượng nước yêu cầu đối với từng loại sản phẩm vẫn giữ nguyên.

12.1.7. Thu hồi dầu mỡ thứ cấp

Cần phải tuân theo những yêu cầu sau:

- Không đóng cặn và không làm đọng lại dầu mỡ trong thùng chứa;
- Không gây ăn mòn ống dẫn;
- Không xảy ra sự cố phát triển vi khuẩn;
- Đảm bảo phù hợp - tương hợp với nước trong thùng chứa.

Tùy thuộc độ thấm của bể chứa, nhiệt độ và lượng chất lơ lửng trong nước, những chỉ tiêu xử lý sau đây thường mong muốn áp dụng:

- Chất lơ lửng (SS): phải khử được 94 - 97% lượng hạt, với đường kính lớn hơn 2 μ m hoặc nước cuối cùng là 0,5 - 1 mg/l.
- Hàm lượng O₂: nước lạnh 80 - 10 μ g/l; nước ấm (30°C) nhỏ hơn 10 μ g/l.

12.1.8. Công nghiệp thép

Sử dụng một khối lượng nước lớn, loại hình công nghiệp này trong rất nhiều năm đã trang bị các hệ thống tuần hoàn hở, thích hợp với các điều kiện công tác đặc thù.

Nước được sử dụng trong công nghiệp này theo hai hình thức chủ yếu:

- Làm mát gián tiếp bằng hệ thống trao đổi nhiệt. Các hệ thống này biến động mạnh và thường làm nước nóng lên tới nhiệt độ cao, đôi khi đòi hỏi hệ thống kín. Nước bổ sung có thể phải qua khử cacbonat hoặc khử khoáng, tùy thuộc từng trường hợp cụ thể;

- Làm mát trực tiếp: nước ra khỏi tháp hấp thụ khí hoặc ra khỏi thiết bị tạo hạt sản phẩm hoặc khử cặn đóng. Trong khoảng thời gian đó nước trở nên bẩn và cần được thường xuyên xử lý trong hệ thống. Do vậy ít phải quan tâm tới vấn đề chất lượng nước bổ sung.

Nhà máy luyện than cốc

- Ngưng tụ gián tiếp sơ cấp các loại khí hoặc ngưng tụ trực tiếp giai đoạn cuối cùng.

Hệ thống khử bụi ướt đối với các loại khí trong các thiết bị nạp than mà than đã được sấy nóng sơ bộ.

- Hệ thống khử bụi ướt đối với khói trong thiết bị xả - rút than cốc.

Các lò nung với luồng khí nóng:

- Việc làm nguội các thiết bị của lò nung có luồng khí nóng như hệ dàn

ống, màng chắn và các hộp gio.

- Dập tắt - làm nguội tro xỉ trong các máng dài, trong các lò kim loại,

trong ao hồ hoặc các bể lọc với nước tuần hoàn trong khoảng 10-4m³/tấn.

- Tháp hấp thụ khí lò nung với luồng khí nóng.

Giảm thiểu trực tiếp:

Quá trình mới này sử dụng nhiều nước:

- Trong tháp hấp thụ và làm nguội khí giải phóng ra do quá trình giảm

thiểu hoặc trong bình bọt xộp làm nguội bằng thép. Dung tích nước sử dụng

(12 - 30m³/tấn bọt xộp) cao hơn trong lò nung với luồng khí nóng và bởi vì

hiệu độ khí cao, nước rất nóng khi ra khỏi tháp hấp thụ (50 - 70°C);

- Trong hệ làm mát máy - thiết bị (máy nén khí, thiết bị làm mát dầu) và

hệ làm nguội khí: một lượng đáng kể nước đã khử khoáng được dùng để giảm

lượng hơi trong hệ cải tạo thiết bị giảm khí.

Lò chuyển:

Việc sử dụng các quá trình LD (mật độ thấp), LWS, LD- AS hoặc BOS đòi

hỏi những hệ cấp nước khổng lồ:

- Làm mát bộ che ngoài và hệ kim nhọn (đôi khi bằng phun tia);

- Tháp hấp thụ khí: nhiệt được thu hồi bằng cách đốt cháy một phần và

bốc hơi các loại khí trong hệ nồi hơi LP (áp suất thấp). Do đó cần thiết phải bổ

sung nước đã khử khoáng.

Lò nung điện và luyện kim khối lớn:

Thép chất lượng cao được sản xuất - chế tạo trong các lò nung điện hồ

quang (năng lượng siêu cao và các phương pháp khác) hoặc trong lò dung tích

lớn nung nóng bằng cảm ứng hoặc hồ quang. Lò có thể được hoàn chỉnh bằng

bộ khử khí bằng thép kiểu chân không.

Nước được sử dụng theo ba hình thức:

- Làm mát lò và tấm che thông thường;

- Sản xuất hơi cho bộ hút chân không;

- Làm mát khuôn đúc kim loại và điện cực bằng nước đã khử khoáng

Lò luyện gang liên tục tạo các tấm mỏng và các thanh:

Thông thường có ba kiểu hệ thống cấp nước:

- Làm mát khuôn đúc kim loại trong hệ tuần hoàn kín bằng nước bổ sung

đã được khử khoáng;

- Làm mát máy móc trong hệ tuần hoàn hở với xử lý bằng chất kim hàm

một cách cẩn thận;

- Để phun máy và lớp phủ hoặc các thanh (nước thải chứa cặn và xỉ vụn do cát bằng ngọn lửa).

Các nhà máy cán nóng:

Có hai loại hệ thống cần được cung cấp nước:

- Để làm mát gián tiếp lò nung, máy nén, động cơ,...;

- Để làm mát trực tiếp ba lần: làm mát kim loại, làm mát xương nhà máy cán quay và làm mát bộ cạo cặn gỉ ở thép.

Những hệ cạo cặn gỉ thép được thiết kế chủ yếu để khử các loại oxit khác nhau bằng cách rửa nước. Nước sẽ thu gom những mảnh mỏng hoặc cặn gỉ với lượng và kích thước khác nhau tùy thuộc loại nhà máy, độ cứng của thép.

Các nhà máy cán có nhiều loại khác nhau:

a- Nhà máy cạo gỉ sơn

Các nhà máy chính, xử lý kim loại tấm mỏng khoảng 200 - 500 tấn/h.

Dòng tuần hoàn với lưu lượng:

- Khi làm mát trực tiếp: 10 - 20 000 m³/h;

- Khi làm mát gián tiếp: 20- 30 000 m³/h;

Các hệ làm mát riêng biệt như các động cơ, bể chứa dầu và các lò nung nóng.

Ngoài ra còn có các quá trình khác cũng sử dụng nước và bao gồm :

- Bóc tự động, loại này tạo ra một lượng lớn xỉ dạng hạt;

- Làm mát các tấm mỏng trong ao đầm, trong các hào tunen hoặc bằng cách phun với sử dụng một lượng nước đáng kể nhưng ít gây ô nhiễm.

b- Các nhà máy nóng khác:

- Các nhà máy thép tấm hoặc nhà máy cao bốn tầng.

- Các nhà máy làm đường ray, hàng thương mại.

- Các nhà máy cán thép sợi.

- Các nhà máy cuốn ống.

Các nhà máy cán nguội

Việc chế tạo sản xuất sản phẩm thép cán mỏng, mạ thường phải có quá trình sơ bộ xử lý kim loại như tẩy dầu mỡ và ngâm trong các dung dịch. Quá trình ngâm thường dùng axit sunfuric, axit clohidric. Các nhà máy khử khoáng trong hệ một bậc hoặc hệ tuần hoàn kín đều cần cung cấp nước rửa lần cuối trước khi mạ hoặc tráng thiếc. Ở đây đòi hỏi nước sạch mềm để chuẩn bị các loại thùng chứa dầu tan.

12.1.9. Các xí nghiệp sản xuất đồng

Có thể chế tạo kim loại bằng các phương pháp hay quá trình khô hoặc ướt tùy theo bản chất của quặng. Các quá trình luyện kim bằng nước thường dùng các dung dịch tẩy bằng axit sunfuric, các chất điện ly. Các quá trình này ngày càng được áp dụng phổ biến vì chúng cho phép xử lý quặng hàm lượng thấp

hoặc xử lý bằng cách tuyển nổi.

Các thời đồng được dát mỏng hoặc cán kéo thành các loại dây cáp tiết diện khác nhau kéo sợi thô đi kèm với rửa cặn trên bề mặt kim loại bằng nước. Các loại đồng oxit có giá trị sẽ lẫn trong nước dạng huyền phù nhưng thường phải bỏ đi vì không đáng thu hồi. Những quá trình dùng trong việc tẩy khử cặn và các hệ thống làm mát dùng trong sản xuất đồng cũng tương tự như trong sản xuất thép.

12.1.10. Công nghiệp chế tạo xe ô tô, máy bay

Công nghiệp chế tạo ô tô bao gồm: các nhà máy hoặc phân xưởng sản xuất chế tạo động cơ, các hộp số, bánh răng, các nhà máy hoặc phân xưởng sản xuất vỏ - thân và nhiều chi tiết khác. Chúng thường độc lập với nhau và hoạt động theo các hợp đồng phụ. Nhu cầu nước sản xuất biến đổi và khác nhau nhiều, tùy thuộc qui trình sản xuất. Tuy nhiên về nhu cầu dùng nước, có thể xét ba lĩnh vực chung như sau:

- Làm mát, đặc biệt là làm mát máy nén và máy điều hòa không khí;
- Chuẩn bị các bể dung dịch mạ điện và sơn khác nhau, những bể này thường yêu cầu nước đã được khử khoáng;
- Nước cung cấp để rửa máy móc chi tiết chính xác. Loại nước này cũng phải là nước mềm, ít khoáng.

Bảng 12.3. Chất lượng nước siêu sạch cho công nghiệp điện tử

		Mức qui trình 1	Mức qui trình 2	Mức qui trình 3
Điện trở		Lớn hơn 18 MΩcm ở 15°C		
pH		6,5 - 7,5		
Nhiệt độ		20 ± 1°C		
Còn lại sau bay hơi, max - mg/l		1	0,5	0,5
Silicon (Si), max - mg/l		0,02	0,02	0,01
Natri (Na), max - mg/l		0,01	0,01	0,005
Độ bền từng kim loại, max - mg/l		0,05	0,05	0,01
Tổng cacbon hữu cơ, max - mg/l		1	0,25	0,05
Độ bền	Màng	Loại 0 (NAS 1638)		-
các hạt max	Đếm quang học	10 000/lít đường kính ≥ 0,5µm	1000/lít đường kính ≥ 0,5µm	100/lít đường kính ≥ 0,5µm
Vi sinh vật	37°C/24h	40	10	1
Số khuẩn lạc/100ml	22°C/72h	300	30	3

12.1.11. Sản xuất nước siêu sạch

Ở đây liên quan tới sản xuất chất bán dẫn. Nước sản xuất sử dụng cho lĩnh vực này thuộc loại siêu sạch và sau đó phân phối vào các mạng vòng.

Chất lượng nước sản xuất: Ngày nay công nghiệp điện tử đã phát triển và bộ nhớ đã tăng từ một số kilobyte đến 256kbyte, 1 Mbyte. Điều đó đòi hỏi những tiêu chuẩn rất ngặt nghèo về chất lượng nước siêu sạch để sản xuất - rửa các chi tiết. Đặc biệt quan trọng là độ sạch của nước về mặt vật lý và sinh học.

Bảng 12.3. giới thiệu chất lượng nước siêu sạch yêu cầu đối với công nghiệp điện tử (mạch tích phân và bề mặt cảm thụ).

Mạch dẻo plastic, thường chứa trong các thùng chứa đảm bảo cấp nước thường xuyên và giữ tốc độ tuần hoàn không đổi.

12.1.12. Sản xuất nước clo

Việc này dựa trên cơ sở điện phân nước biển bão hòa NaCl. Chất lượng nước biển bão hòa tùy thuộc qui trình áp dụng (màng diaphragm và tế bào thủy ngân). Việc xử lý - làm trong nước biển được thực hiện trong hệ thống nước sản xuất hoặc trong hệ thống nước tuần hoàn kín. Những nguyên tố phải khử đầu tiên là Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , có thể cả SO_4^{2-} đi kèm và cả Hg^{2+} nếu là hệ thống tuần hoàn. Khi dùng tế bào màng diaphragm phải đảm bảo $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ nhỏ hơn 5 mg/l.

Để phát triển tế bào màng và tăng cường độ dòng điện 7000A/m² thì phải khử hoàn toàn canxi và chất hữu cơ. Đánh bóng ngoài kèm theo làm sạch đòi hỏi phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

$$\text{Ca}^{2+} < 50 \mu\text{g/l}$$

$$\text{Chất lơ lửng} < 1 \mu\text{g/l}$$

$$\text{và có thể } \text{Sr}^{2+} < 50 \mu\text{g/l}$$

Có thể phải thực hiện khử clo dư và khử iodat (nếu chúng có mặt) trong hệ thống sau thiết bị điện phân.

12.1.13. Luyện kim bằng nước

Công nghiệp này hướng tới việc chiết tách uran, vàng, nhôm bằng các qui trình cơ bản sau:

- Chiết kim loại bằng cách dùng axit hoặc kiềm (nước cốt);
- Tách pha rắn/lỏng: lọc hoặc lắng;
- Làm đậm đặc dung dịch kim loại: chiết bằng dung môi hoặc trao đổi ion;
- Kết tủa các kiểu.

Những qui trình này có ưu điểm là thực hiện trong điều kiện nguội lạnh,

khắc phục được ăn mòn. Những quá trình được áp dụng cũng tương tự như các quá trình xử lý nước. Do đó sẽ có lợi là áp dụng các kiến thức chung của các lĩnh vực. Đặc biệt, các thông số quan trọng nhất là làm sạch pha lỏng:

- Chất lơ lửng: Sau khi lắng, pha lỏng thường chứa 100 - 200 mg/l chất lơ lửng, đôi khi tới lượng gam trong 1 lít. Những chất này gây tác hại đối với việc tách kim loại trực tiếp cũng như trong việc làm sạch bằng dung môi hữu cơ hay nhựa. Nhiều người muốn tách dung môi hữu cơ xuống dưới 10 đến 20 mg/l;

- Keo silic: Silic có mặt trong nước ở dạng phân ly thành ion (axit silic hoặc axit flosilicic) với nồng độ có thể cao 200-500 mg/l hoặc ở dạng gel như axit polisilicic phân ly nhẹ thành ion. Do sự phân tán keo điện tích dương nên sẽ không diễn ra keo tụ mà xảy ra hấp phụ tương đối;

- Canxi sunfat: Quặng đá vôi và đolômit xử lý bằng axit sunfuric sẽ làm tăng độ bão hòa của CaSO_4 trong chất lỏng và tạo cặn kết tủa. Phải khử hiện tượng quá bão hòa này bằng cách trung hòa vôi hoặc phải ngăn ngừa hiện tượng đó.

12.2. KHỐI LƯỢNG NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP VÀ LƯỢNG CÁC CHẤT BẮN TRONG ĐÓ

12.2.1. Công nghiệp thực phẩm

Đặc điểm chung đối với các loại nước thải của các xí nghiệp công nghiệp thực phẩm là chứa các chất bẩn hữu cơ và các chất ô nhiễm dễ bị phân hủy sinh học. Các chất này có xu hướng nhanh chóng bị axit hóa và lên men. Tất cả các loại nước thải này thường được xử lý bằng phương pháp sinh hóa. Tuy nhiên môi trường này thường trở nên thiếu hụt nitơ và photpho.

12.2.1.1. Các xí nghiệp chăn nuôi gia súc

Lượng và mức độ ô nhiễm tùy thuộc phương pháp chăn nuôi và vệ sinh chuồng trại, thời gian chăm sóc ở chuồng trại, loại thức ăn sử dụng để chăn nuôi.

Lượng nước và lượng chất bẩn trong nước thải của trại chăn nuôi lợn như ở bảng 12.4.

Bảng 12.4. Lượng nước thải và chất bẩn trong nước thải trại chăn nuôi lợn

Lượng xả/1 con lợn trong ngày	Vệ sinh bằng nước	Vệ sinh quét dọn khô
Nước	17 - 25 lít	11 - 13 lít
NOS_5	100 - 200 g	80 - 120 g
Tổng nitơ Keldal	18 - 35 g	-
NOH	300 - 500 g	-

Ở những nước thời tiết nóng, người ta còn phải phun nước tắm cho lợn cho nên lượng nước trên đây sẽ tăng lên. Nồng độ các chất trong nước phân được biểu thị ở bảng 12.5.

Bảng 12.5. Nồng độ các chất bẩn trong nước thải trại chăn nuôi lợn (g/l)

Loại chất bẩn	g/l
Chất lơ lửng	30 - 80
NOH	25 - 60
NOS ₅	10 - 30
Tổng nitơ Keldal	2 - 5
Tổng NH ₄ ⁺	3 - 4
Cl ⁻	0,8
SO ₄ ²⁻	1,5 - 2
Độ kiềm metylorange	1400 - 1500 độ Pháp
pH	7 - 8

12.2.1.2. Các xí nghiệp giết mổ và chế biến thịt

a) Các xí nghiệp giết mổ gia súc

Ở đây ngoài xí nghiệp giết mổ gia súc còn có xí nghiệp lột da dày, lòng, nội tạng và thải xả các chất bã da dày, những chất này chiếm tới 50% tổng lượng chất ô nhiễm, và tùy thuộc vào:

- Tỷ lệ thu hồi tiết (NOS₅ tới 150 - 200g/l, NOH là 300 - 400 g/l, tổng nitơ Keldal 25 g/l). Những chất này chiếm tới 90% trong các xí nghiệp giết mổ;
- Phương pháp thải chất bã da dày mà không dùng tới phương tiện thủy lực;
- Qui mô, mức độ bóc lột da;
- Các phương pháp chế biến thịt tiếp theo (muối, xông khói, thịt hộp).

Kết quả là ở các xí nghiệp giết mổ hiện đại sẽ xả chất bẩn ít hơn. Ở các nước châu Âu, lượng chất bẩn có thể được đánh giá như sau:

- 6 - 9 lít/kg trọng lượng (trâu bò 320 - 350kg);
- 5 - 11 lít/kg trọng lượng (lợn 80 - 90 kg).

Theo số liệu của Pháp, dung tích nước tiêu thụ được phân bố như sau:

Phân xưởng hoặc công đoạn dây chuyền giết mổ	Dung tích nước, lít/kg thịt hơi
Trâu bò	4,8 (kể cả rửa bụng)
Lợn	4,1
Rửa bụng lợn	2,0
Lột da dày trâu bò	2,4

Lột bóc lòng - nội tạng trâu bò 0,4 - 0,7

Rửa xe chở hàng 0,2 - 0,6

Cũng theo số liệu của Pháp, tải lượng ô nhiễm như trong bảng 12.6

Bảng 12.6. Tải lượng ô nhiễm ở các xí nghiệp giết mổ

Loại chất bẩn, g/kg trọng lượng	Giết mổ trâu bò và các loại gia súc khác	Giết mổ lợn
NOH	$32,3 \pm 5,2$	$27,3 \pm 9$
NOS	$13,2 \pm 2,2$	$13,2 \pm 4,3$
Mỡ (các chất chiết bằng cloroform)	$5,2 \pm 1,5$	
Tổng nitơ	$1,6 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,5$
Chất lơ lửng	$11,8 \pm 2,5$	$9,3 \pm 3,4$

Cần lưu ý rằng:

- Phân xương bóc dạ dày, lòng - nội tạng góp phần hơn 50% lượng ô nhiễm theo NOH trong toàn bộ xí nghiệp giết mổ.

- Lượng chất lơ lửng cao, đôi khi là những chất sợi xenluloza khó phân hủy sinh học.

- Tải trọng NOS₅ của các xí nghiệp hoặc phân xưởng liên quan (thịt ướp muối - xông khói, thịt hộp) biến động từ 10 đến 20 g/kg sản phẩm cuối cùng.

b) Các xí nghiệp giết mổ gia cầm

Các công đoạn gây ô nhiễm chủ yếu bao gồm:

- Cắt tiết lấy máu;

- Dội nước sôi, nhổ lông cùng với vận chuyển khô hoặc ướt (khí nén);

- Mổ ruột - nội tạng và vận chuyển bằng thủy lực hoặc phương tiện khô,

rửa.

Khi vận chuyển, nước được tuần hoàn hay không là do nồng độ của nước. Phân xương, trong đó bán thành phẩm được đun nấu và khử nước (thức ăn động vật) sẽ đóng góp tải lượng ô nhiễm khoảng 1/10 so với phân xưởng giết mổ.

Nhìn chung thường không thực hiện được việc đo đặc lưu lượng do tính phức tạp trong phân xưởng và do nước chảy rất chậm, thậm chí có hệ thống thu gom riêng nước sản xuất và thu hồi protein. Việc tách riêng các dòng nước nóng sẽ có lợi là: có thể cho phép quá trình làm nguội diễn ra nhanh hơn và ít tốn kém hơn; dễ dàng hơn trong việc tách dòng thải với hàm lượng mỡ cao tạo điều kiện thuận lợi cho việc xử lý sơ bộ đặc biệt.

Kết quả nghiên cứu từ 5 xí nghiệp cho thấy giá trị trung bình trên 1 kg gia cầm (trọng lượng trung bình 1 con là 1,4 - 1,5 kg) như sau:

Tham số	Giá trị đo/1 kg gia cầm
Dung tích nước thải (lít)	$8,1 \pm 0,9$
COD (g)	21 ± 6
BOD ₅ (g)	$9,3 \pm 2,5$
Chất lơ lửng (g)	$4,5 \pm 1$

c) Các xí nghiệp công nghiệp da - keo và gelatin

Nguồn nước thải: Những xí nghiệp này thực hiện xử lý sơ bộ da tươi, gồm: ngâm, dóc lông trong các thùng vôi với sunfit, tiếp theo là rửa. Nước thải từ các quá trình này có thể chứa tới 3/4 tải lượng chất bẩn ô nhiễm.

Giai đoạn cuối cùng của xử lý là thuộc da.

- Để thuộc da, người ta sử dụng tanin thực vật hoặc muối crom đặc biệt. Những chất này sẽ có mặt trong các loại nước thải tương ứng.

- Để ngâm da, người ta dùng nước biển chứa NaCl và nhôm (chủ yếu là các chất bẩn khoáng vô cơ).

Đánh giá các loại nước thải:

- Dung tích nước thải:

- Từ 20 đến 120m³ cho 1 tấn da nếu xử lý da bằng crom (2- 3 kg Cr³⁺/1 tấn da tươi);

- Từ 20 đến 90 m³/tấn nếu dùng tanin thực vật;

- Từ 200 đến 250 kg NOH/tấn và 75 - 150 kg chất lơ lửng (SS)/tấn da tươi (mỗi con bò khoảng 30 kg da tươi).

Trong các nhà máy lớn người ta thu gom, tách riêng và xử lý sơ bộ từng loại nước thải:

- Những thùng thuộc da (3 - 6 g/l Cr³⁺, pH = 3,5);

- Sunfua hóa nước kiềm.

Những loại nước thải thường chứa keo protein, mỡ, lông, các chất tạo màu, clo, các hợp chất sunfua từ các xương cạo lông.

Các xí nghiệp hoặc xưởng keo và gelatin

Trong công nghiệp này, nguyên liệu thô là da tươi do các xưởng thuộc da cung cấp và xương từ các xưởng giết mổ cung cấp. Xương được làm tan bằng axit, kèm sau đó là thủy phân bằng kiềm trong các bể ngâm vôi. Da lợn chỉ xử lý bằng cách rửa axit trước khi tẩy nổi mỡ. Khối lượng nước thải tạo ra trong khoảng 60 - 70 m³/tấn xương và tương ứng là 50kg NOS₅/tấn keo sản phẩm.

d) *Sử dụng lại protein trong nước thải từ các xí nghiệp giết mổ*

Cứ 1000 tấn trâu bò, lượng protein mất đi và theo nước thải khoảng 2 tấn. Lượng protein này có thể thu hồi ở dạng cặn bùn giàu protein bằng cách lắng

bạc một (sơ cấp) sau khi qua song chắn và bể lắng cát. Xử lý hóa lý bằng các chất đông tụ vô cơ - hữu cơ sẽ giảm được NOS_5 và chất lơ lửng, tương ứng với hiệu suất 80 - 85% và 85 - 90%.

Nước thải vệ sinh và nước từ các phân xưởng và trạm rửa xe tải, phải được tách riêng không cho lẫn với nước từ phân xưởng giết mổ.

12.2.1.3. Các xí nghiệp công nghiệp sản xuất chế biến sữa . .

Nguồn gốc nước thải:

- Tiệt trùng và đóng hộp: hao tổn, mất mát sữa, nước rửa loãng với pH biến đổi.

- Các nhà máy bơ sữa và casein: dịch khử protein - loại dịch rất giàu lactoza.

- Các xưởng sản xuất phomat: phomat - sữa thường giàu lactoza, protein, nghèo mỡ.

Nhìn chung lượng chất bẩn ô nhiễm tùy thuộc vào mức thu hồi các chất đó (tổn hao ít nhất là 7%).

Đánh giá các chất thải:

Dung tích nước thải tùy thuộc mức độ tuần hoàn nước (làm nguội, thu hồi nước ngưng). Nồng độ chất bẩn ô nhiễm cũng tùy thuộc loại sản phẩm sản xuất ra (bảng 12.7 và bảng 12.8).

Bảng 12.7. Nước thải công nghiệp chế biến sữa

Phân xưởng hay công đoạn	Dung tích nước, lít/lít sữa	NOS_5 , mg/l	Chất lơ lửng, mg/l
Sữa nước và sữa chua	1 - 2,5	120 - 300	50
Sữa bột và sữa phomat	1 - 3	80 - 300	30
Xí nghiệp casein	2 - 4	400 - 500	100
Xí nghiệp bơ	2 - 3	400 - 900	100
Sản phẩm sữa đa dạng	3 - 6	300 - 750	120

Đặc tính nước thải:

- Tỷ lệ NOH/NOS_5 trong sữa là 1,4, trong dịch serum là 1,9;
- Lượng thải theo tổng nitơ Keldal thay đổi trong khoảng 1 đến 20 g trong 100 lít sữa;

- NOS_5 trong nước thải nói chung trong khoảng 700 - 1600 mg/l;

- Giá trị pH sau khi đồng nhất hóa trong khoảng 7,5 - 8,8.

Bảng 12.8. Phân tích các sản phẩm sữa (g/l)

Thành phần	Sữa kem hoàn toàn		Váng sữa	Sữa chua	Sữa bơ
	Bò	Dê			
NOS ₅	90 - 120	-	50 - 73	34 - 55	60 - 70
Ca	125	13	12	-	12
K	15	2,0	-	-	-
P	0,95	0,9	0,9	0,8	0,95
Cl	1,1	1,3	1	-	1
Chất lơ lửng	130	114	-	60 - 45	-
FOG ⁽¹⁾	39	33	0,8	0,5 - 2	3
SNM ⁽²⁾	33	29	35	7,9	30
Lactose	47	43	50	47 - 50	44
Axit lactic	-	-	-	2 - 6	1
Tro (g/kg)	8 - 9	8	-	5 - 7	-

Ghi chú: (1) FOG - chất béo, mỡ.

(2) SNM - chất tan chứa nitơ và protein.

12.2.1.4. Các xí nghiệp công nghiệp bia

Nguồn gốc của nước thải:

- Rót bia chai, lon,
- Rửa (chai quay về, các thùng lên men, thùng chứa bia, sắn),
- Lọc dịch nha, tách các chất lơ lửng hoặc men bia.

Lượng chất bẩn ô nhiễm: do bia, men bia, các tạp chất khác nhau như hạt men, hạt tảo diatoms.

Đánh giá khối lượng nước thải, lượng chất bẩn ô nhiễm:

- Lượng nước thải: 200 - 700 l/1hl bia, trung bình là 500 l/1hl, chủ yếu từ công đoạn rửa chai, từ khâu rót bia vào chai, vào lon, vào thùng,
- 400 - 800 g NOS₅/hl bia sau khi thu hồi men bia,
- pH thường ở khoảng kiềm.

Bảng 12.9. Nồng độ chất bẩn trong nước thải nhàmáy bia

Phân xưởng hay công đoạn	NOS ₅ (mg/l)	Chất lơ lửng (mg/l)
Rửa chai	200 - 400	100
Rửa thùng lên men và thùng lọc	1 000 - 3 000	500
Rửa các thùng chứa bia	5 000 - 15 000	< 50

Ghi chú: Tỷ lệ NOH/NOS₅ sau khi lắng khoảng 1,8.

Độ thiếu hụt dinh dưỡng NOS/N/P = 1 000/10/1.

12.2.1.5. Công nghiệp chế biến khoai sắn, tinh bột

Khoai tây chứa 12 - 20% tinh bột, 70 - 80% nước và nhiều loại protein. Vì vậy lượng thải NOS_5 khá cao trong sản xuất tinh bột, trong khi đó việc xử lý sơ bộ bằng cách rửa khoai thì lại dẫn đến lượng ô nhiễm vô cơ.

Nguồn gốc ô nhiễm liên quan tới các phân xưởng sau:

- Phân xưởng chung: rửa và vận chuyển củ (đất, mẫu thực vật), bóc vỏ bằng xôda và hơi nóng (nồng độ đậm đặc của bột thu hồi, tinh bột và protein).
- Đặc thù: sản xuất khoai rán kiểu Pháp, khoai nướng giòn (có nhiều mỡ), tẩy màu (NOS cao).

Đánh giá chất thải:

Bảng 12.10 chỉ rõ đặc tính các loại nước thải sản xuất khoai tây.

Bảng 12.10. Đặc tính nước thải chế biến khoai tây

Phân xưởng hoặc công đoạn	Dung tích nước, $\text{m}^3/\text{tấn}$	Chất lơ lửng, kg/tấn	NOS_5 , kg/tấn
Chuẩn bị:			
- Vận chuyển và rửa	2,5 - 6 (tuần hoàn)	20 - 200	-
- Vận chuyển và cắt mỏng	2 - 3		5 - 10
- Tẩy trắng và rán, nướng giòn	2 - 4		10 - 15
- Chiết tinh bột	2,2 - 5	5 - 10	5 - 15
- Rửa, nghiền, mài	2 - 6 (nước đỏ)	Bột tuần hoàn	20 - 60 ⁽¹⁾
- Tinh chế	1	Bột tuần hoàn	20 - 60 ⁽¹⁾

(Ghi chú: 1) Bao gồm cả chuẩn bị nước.

12.2.1.6. Nhà máy tinh bột

Việc chiết tinh bột từ sắn củ và khoai tây kể cả tinh bột từ các loại hạt giàu tinh bột (hạt mì, gạo, ngũ cốc) đòi hỏi phải dùng phương pháp ướt.

Bản chất của nước thải tùy thuộc phương pháp xử lý - chế biến, đặc biệt được dùng đối với nguyên liệu thô sau công đoạn chung là rửa.

Bảng 12.11

Nguyên liệu thô	Dung tích nước, $\text{m}^3/\text{tấn}$	NOS_5 , kg/tấn
Tinh bột từ hạt ngũ cốc	2 - 4	5 - 12
Tinh bột từ lúa mì (tách bằng trọng lực)	10 - 12	40 - 60
Tinh bột từ gạo	8 - 12	5 - 10

Nước thải có tính axit do lên men lactic hoặc bị sunfit hóa ($\text{pH} = 4 - 5$). Khi dùng công nghệ ướt để chiết tinh bột, chất bẩn ô nhiễm từ khâu bay hơi

nước và tạo ra các axit hữu cơ bay hơi. Ngoài ra, các chất bẩn tan giàu protein có thể tạo ra từ phân xương glucoza.

12.2.1.7. Nước thải từ các xí nghiệp thực phẩm khác (bảng 12.12)

Bảng 12.12. Nước thải các xí nghiệp thực phẩm khác

Xí nghiệp	Nguồn gốc	Lượng nước thải và lượng chất bẩn m ³ /tấn	kg NOH/tấn
Sản xuất dầu ăn	Chiết dầu ôliu Ép dầu dừa	0,8 - 7	50 - 80 80
Tinh chế dầu ăn	Ngưng tụ và khử mùi Rửa dầu bằng ly tâm Rửa bột Dầu margarin	0,2 ⁽³⁾ 0,15 (pH = 10 50 - 80°C) 0,6 (pH = 1-2) 0,1 (30°C)	0,5 - 1,0 3 - 5 2,5 g/l PO ₄ ³⁻ 0,2 - 0,5
Đóng hộp rau quả và làm lạnh	Rửa bóc vỏ Nhúng nước sôi	15 - 30 5 - 10	8 - 38 -
Nước hoa quả ⁽¹⁾	Ép	0,15 - 0,25	0,3 - 1 (pH = 3 - 4)
Nhà máy bía đường	Rửa và vận chuyển Nước ép Dịch ngưng dư thừa Hối nguyên eluates	0,4 - 1,2 ⁽³⁾ 0,2 0,1 -	2 - 3 (200 - 600 kg SS) (NH ₄ ⁺) (muối)
Nhà máy đường hộp	Rửa hộp Ngưng tụ hơi - dư Nước ngưng dư	5 - 10 0,15 - 1,5 0,1	14 - 25 14 - 25 14 - 25
Rượu ⁽²⁾	Lên men dịch nho Lắng cặn nho Rượu nho - vang Đóng cặn hoặc rượu vang Đóng cặn nước nho Nho hạt	3 - 6 2 - 3 0,6 - 1,2 1,2 - 1,8 0,8 - 1,6 0,1 - 0,2	6 - 12 60 - 200 25 - 35 80 - 100 25 - 40 2 - 8
Cá và cá hộp	Rửa - nấu chín Chuẩn bị	15 - 30 1 - 5	40 - 60 15 - 25
Sản xuất dưa hộp cải	Rửa		20 - 40
Thức ăn chín	Chuẩn bị - nấu		15 - 45

Ghi chú: 1) Giá trị tính trên 1 hl.

2) Giá trị tính trên 1 hl rượu.

3) Với hệ tuần hoàn.

12.2.2. Công nghiệp dệt nhuộm

Các xí nghiệp trong lĩnh vực công nghiệp này rất đa dạng, dễ dàng nhận dạng đặc điểm các hoạt động gây ô nhiễm chính nhưng lại khó khăn trong việc đánh giá nước thải.

12.2.2.1. Tẩy sạch và chải len

Len thô chứa nhiều chất bẩn (250 - 600 kg chất lơ lửng trên 1 tấn), những chất bẩn đó chia ra:

- 25 - 30% mỡ (suint và axit béo);
- 10 - 15% đất, cát;
- 40 - 60% muối hữu cơ và suint.

Lượng chất bẩn ô nhiễm tạo ra từ quá trình tẩy sạch (chất tẩy rửa không phân ly thành ion) sẽ lẫn trong nước thải xả ra. NOH có thể tới 60 g/l.

Tham số	Lượng chất ô nhiễm, kg/tấn len thô
NOH	100 - 200
NOS ₅	24 - 40
Mỡ	100 - 150
Chất lơ lửng	20 - 30

Nước nóng tới 40 - 50°C có pH = 8,2 - 8,4.

Lượng nước thải trong khoảng 3 - 7 m³/tấn len thô.

12.2.2.2. Xử lý sơ bộ trước khi hoàn tất

Những xí nghiệp này chủ yếu liên quan tới sợi thiên nhiên.

Bảng 12.13. Lượng nước thải và lượng chất bẩn ô nhiễm tạo ra khi xử lý sợi thiên nhiên

Xử lý sơ bộ	Dung tích m ³ /tấn	NOS ₅ , kg/tấn	Ghi chú
Ngâm kiềm	60	20 - 60	pH = 12 - 14
Tẩy nóng và ngâm	5 - 6	60 - 150	pH = 11 - 13 (mỡ)
Tẩy trắng bông và lanh			
Rũ hồ	10 - 20	20 - 50	COI/(BOI) = 1,5

12.2.2.3. Hoàn tất sợi, vải

Công đoạn này thường gây ô nhiễm trầm trọng và gồm những quá trình sau: tẩy, nhuộm, in hoa và hoàn tất cuối cùng.

Lượng nước thải thay đổi trong khoảng rất rộng và tùy thuộc toàn bộ các quá trình xử lý vải sợi. Có thể tính lượng nước thải một cách tương đối như sau:

- Sợi acrylic 35 m³/tấn;
- Len 70 m³/tấn;

- Bông 100 m³/tấn;
- Bông gạc mềm 200 m³/tấn.

Tải lượng chất bẩn ô nhiễm tùy thuộc:

- Loại sợi vải: tự nhiên hay tổng hợp nhân tạo;
- Quá trình nhuộm (nhuộm ít, gián đoạn, liên tục...) và quá trình in hoa;
- Các hóa chất, thuốc nhuộm sử dụng và theo độ hòa tan của chúng trong nước (bảng 12.14).

Bảng 12.14. Các loại hóa chất, thuốc nhuộm và nước thải trong các xí nghiệp dệt - nhuộm hoàn tất

Hóa chất	Tan trong nước	Không tan trong nước
Các chất khoáng vô cơ	- Axit vô cơ - Axit hữu cơ (axetic, xitric formic, tartaric) - Các chất oxy hóa (NaClO, H₂O₂, các muối borat) - Các chất khử	
Các loại thuốc nhuộm	- Thuốc nhuộm axit (len) - Thuốc nhuộm kiềm - Thuốc nhuộm indigo - Thuốc nhuộm trực tiếp⁽¹⁾ (bông) - Thuốc nhuộm mang kim loại (Ni, Co, Cr) - Thuốc nhuộm crom - Thuốc nhuộm phản ứng	- Các chất màu và thuốc nhuộm phân tán - Với thuốc nhuộm sunfua⁽¹⁾ (pH < 8,5) - Thuốc nhuộm azo + naphtol - Thuốc nhuộm đen anilin
Các hóa chất phụ trợ trong công nghiệp dệt - nhuộm	- Alginat (in hoa) - CMC (in hoa) - Tác nhân kim hãm - Các chất tẩy rửa	- Keo dính - Tinh bột

Ghi chú: 1) Những loại thuốc nhuộm này gây các lỗ hổng dễ thấm nước tức thời và có thể dư thừa 20%.

Thuốc nhuộm trực tiếp và thuốc nhuộm phản ứng được chuẩn bị - pha chế trong dung dịch muối NaCl hoặc Na₂SO₄.

Các dòng xả được xử lý sơ bộ, được pha loãng, có các đặc tính như sau:

- pH = 4 - 12, đa phần thường có tính kiềm; đối với sợi len, pH = 4,5, đối với sợi bông pH = 11;

- NOH = 250 - 1500 mg/l (50 - 150 kg/tấn);
- NOS₅ = 80 - 500 mg/l; tỷ lệ NOH/NOS₅ thường khoảng 3 - 5;
- Màu: 500 - 2000 đơn vị Pt - Co;
- Chất lơ lửng: 30- 400 mg/l (mẫu bông, sợi, vãi rơi vãi) nhưng đôi khi tới 1000 mg/l (trường hợp đối với sợi bông);
- Cr⁶⁺: 1 - 4 mg/l, S²⁻ : 0 - 50 mg/l;
- Nhiệt độ thường tăng lên khi giảm dung tích - khối lượng.

Bảng 12.14 liệt kê danh mục các loại hóa chất, thuốc nhuộm và nước thải trong các xí nghiệp dệt - nhuộm hoàn tất.

12.2.2.3. Các xí nghiệp giặt là

Tùy thuộc qui mô, các xí nghiệp giặt là có thể xả nước thải với tải lượng chất bẩn ô nhiễm cao và bao gồm chủ yếu là các hóa chất tẩy rửa (natri cacbonat, tripoliphotphat, các loại xà phòng, các chất tẩy rửa dễ phân hủy sinh học, các chất tẩy trắng, các chất có nguồn gốc clo).

Lượng nước thải ở các xí nghiệp giặt là hiện đại khoảng 2m³/100 kg vãi - quần áo giặt, tương ứng là 1,5 - 2kg NOS₅.

Giặt các loại vải bò (jean) với cọ chà bằng đá bột (1 kg/1 kg) thì những chất này cũng có thể thành chất lơ lửng đi theo nước.

12.2.3. Các xí nghiệp công nghiệp bột - giấy

Các xí nghiệp công nghiệp này bao gồm hai loại: sản xuất bột giấy và giấy. Nước thải chứa nhiều loại chất bẩn ô nhiễm khác nhau. Nhiều nhà máy, công ty hợp nhất cả hai loại sản phẩm này như Nhà máy giấy Bãi Bằng nước ta.

12.2.3.1. Các xí nghiệp sản xuất bột giấy

a) Qui trình sản xuất

Thành phần nước thải tùy thuộc quá trình sản xuất và bản chất của sợi thực vật (gỗ, tre nứa, rơm). Có năm loại quá trình, mỗi loại quá trình đó sản xuất loại bột không trắng, hoặc phổ biến là trắng.

Tẩy trắng tức là phải khử một cách triệt để chất dư linhin (chủ yếu bằng kiềm tan trong clolinhin). Đó là chất gây ô nhiễm điển hình như bảng 12.15 đã chỉ.

Các quá trình hóa học được áp dụng để sản xuất bột dùng cho giấy đẹp (in và viết):

- Quá trình Kraft dựa trên cơ sở nấu kiềm (NaOH, Na₂S) nguyên liệu gỗ, làm tan 40 - 50% chất khô trong gỗ; chất hữu cơ này lại xuất hiện ở dạng dịch nấu (dịch đen) và sau đó là dạng nước rửa bột. Khi bột loại này được tẩy trắng, hiệu quả tổng cộng sẽ bị giảm xuống khoảng 10% và quá trình tẩy trắng sẽ góp

Bảng 12.15. Trị số - tải lượng chất bẩn ô nhiễm trên 1 tấn bột giấy

Quá trình sản xuất	Nhu cầu dùng nước, m ³ /tấn	NO ₃ ⁽¹⁾ kg/tấn	Chất lơ lửng kg/tấn	Màu Pt - Co, kg/tấn
Cơ giới	30 - 50	15 - 30	10 - 30	-
Bisunfit:				
- Không tẩy trắng	40 - 60	25 - 50	10 - 110	10
- Tẩy trắng	50 - 100	40 - 80	20 - 50	75
Kraft:				
- Không tẩy trắng	40 - 60	8 - 20	10 - 20	20 - 50
- Tẩy trắng bình thường	80 - 90	20 - 40 ⁽²⁾	20 - 40	100 - 240
- Tẩy trắng bằng O ₂ nguyên chất		10 - 20		
CTMP ⁽³⁾				
- Tẩy trắng	10 - 30	30 - 60	10 - 20	

Ghi chú: 1) Tỷ lệ NOH/NO₃ thay đổi trong khoảng 6 - 2,5 tùy thuộc loại gỗ.

2) Các trị số dựa trên cơ sở thu hồi toàn bộ dịch đen. Giai đoạn trích ly kiềm khi tẩy trắng gây nhiều lượng dư NOH và màu.

3) CTMP - qui trình sản xuất bột giấy bằng phương pháp cơ-hóa-nhiệt (chemicothermomechanical pulp).

phần đáng kể vào việc tạo màu nước thải;

- Quá trình bisunfit dựa trên cơ sở nấu axit nguyên liệu gỗ (quá trình hòa tan linhinh bằng các loại bisunfit của canxi, magie, amon), các loại bột này thường luôn luôn trắng. Hiệu suất tổng cộng đạt tới 50%;

- Quá trình bán hóa học: tổ hợp các hoạt động - quá trình hóa học và cơ học, nổi tiếng nhất là quá trình sản xuất bột bằng phương pháp bán hóa sunfit trung tính (NSSCP - neutral sulphite semichemical pulp). Quá trình này đạt hiệu quả 75%;

- Các quá trình cơ học và cơ nhiệt học (TMP) xử lý gỗ nguyên liệu đạt hiệu quả 90 - 95% và được áp dụng trong các nhà máy sản xuất bột dùng cho ấn phẩm mới;

- Quá trình cơ - hóa - nhiệt - mới (new CTMP) được áp dụng để sản xuất bột và giấy viết, giấy in, có hiệu quả cocc chiết cao (tới 90%). Quá trình này sử dụng ít nước hơn nhưng lại nhiều năng lượng và không gây lan truyền chất khí có mùi khó chịu.

b) Nước thải

Dịch đen thường được xử lý riêng (chưng bay hơi, đốt hoặc thu hồi). Nhà máy giấy Bãi Bằng đã thực hiện thu hồi loại dịch đen này. Tại các nhà máy hiện đại thường có ba loại nước thải:

- Nước - dịch tẩy trắng;
- Nước rửa và xả khô các thùng rửa;
- Dịch ngưng từ công đoạn chưng bay hơi.

Nước thải của các nhà máy này có những đặc điểm sau:

- Lưu lượng lớn: từ 30 m³/tấn (sản xuất bột bằng phương pháp cơ học) đến 150 m³/tấn (sản xuất bột bằng phương pháp hóa học);
- Ô nhiễm do chất bẩn không tan cao (sợi, CaCO₃, sét) được đặc trưng bởi hàm lượng đáng kể của các chất không lắng được (khoảng 0 - 30% chất lơ lửng);
- Ô nhiễm do các chất bẩn dạng tan biến động theo loại quá trình:
 - . NOS₅ trong khoảng 100 - 1 000 mg/l;
 - . NOH trong khoảng 300 - 4 000 mg/l (độ phân hủy sinh học tùy thuộc nhiều vào loại gỗ, tre, nứa);
 - . Màu: bền vững và ngăn cản quá trình sinh học.

Bảng 12.15 biểu thị giá trị hoặc lượng chất bẩn ô nhiễm trên 1 tấn sản phẩm hoàn tất ở các nhà máy hiện đại.

- Nước ngưng từ chưng bay hơi dịch đen: Nước ngưng từ chưng bay hơi dịch đen là nguồn ô nhiễm đậm đặc và có thể xử lý riêng, không cho chung với nước thải sản xuất. Các loại ngưng này chỉ chiếm khoảng 10% dung tích nước thải nhưng lại góp phần gây ô nhiễm đáng kể, tới 30 - 50% theo BOD₅. Các loại nước ngưng có các đặc tính như trong bảng 12.16.

Bảng 12.16. Đặc tính nước thải khi sản xuất bột giấy

Đặc tính	Bột bisunfit	Bột Kraft
pH	1,8 - 2,2	8 - 9
NOH, g/l	4 - 10	4 - 7
NOS, g/l	2 - 5	1 - 2
SO ₂ , g/l	0,2 - 2	0,4 - 1
Axetat, g/l	2,5 - 4	-
Rượu metylic g/l	0,2 - 1,2	-
Axit formic, g/l	0,15 - 5	-

12.2.3.2. Các nhà máy giấy và bìa cactông

Giấy được sản xuất từ bột mới, giấy thải đã tẩy mực hoặc chưa tẩy mực. Những loại nguyên liệu thô này, dù riêng hoặc chung hỗn hợp đều được dùng

để sản xuất giấy các loại: từ giấy mỏng đến giấy bao gói, bìa cactông,...

Tùy thuộc chất lượng mong muốn, có thể cho thêm các loại phụ gia, lớp vỏ bọc như sau:

- Phụ gia vô cơ: caolanh, CaCO_3 , bột tan, TiO_2 ;
- Phụ gia hữu cơ: tinh bột, mủ caosu latex;
- Thuốc nhuộm, nhôm sunfat, tác nhân chống nhòe;

Để tẩy mực có thể dùng hai cách:

- Rửa ngược bằng dòng nước mạnh;
- Tuyến nổi cơ học bằng dòng nước yếu nhưng có chứa nhiều loại hóa chất (NaOH , Na_2SiO_3 , axit béo, các chất tẩy rửa không phân ly thành ion). Nước thải xả ra chứa nhiều chất lơ lửng.

Khi dùng giấy thải làm nguyên liệu sản xuất thì nước cũng chứa một số chất như đinh ghim, nhựa, dây buộc.

Những loại nước thải này có đặc tính đa dạng về loại và nồng độ các chất bẩn ô nhiễm ở dạng sợi, phụ gia. Nhiều chất trong đó có thể tan. Trong các nhà máy giấy thường dùng hệ thống cấp nước tuần hoàn. Nước dư của các hệ thống tuần hoàn sẽ xả đi. Nước thải của các nhà máy giấy thường có NOH cao, gấp 2 - 3 lần NOS_5 . Nồng độ các chất hữu cơ hòa tan đặc biệt cao đối với các nhà máy giấy với nguyên liệu là giấy thải.

Bảng 12.17 là lượng chất bẩn ô nhiễm tạo ra từ các nhà máy giấy được trang bị hệ thống cấp nước tuần hoàn.

Bảng 12.17. Lượng nước thải và chất bẩn ô nhiễm tạo ra trong nhà máy giấy

Sản phẩm	Nhu cầu dùng nước, $\text{m}^3/\text{tấn}$	Lượng chất lơ lửng, $\text{kg}/\text{tấn}$	NOS , $\text{kg}/\text{tấn}$
Giấy in mới	20 - 30	8 - 20	2 - 4
Giấy báo	20 - 30	10 - 20	2 - 5
Giấy in/viết	30 - 50	12 - 25	3 - 6
Giấy bao gói sản xuất theo phương pháp Kraft	10 - 20	8 - 15	1 - 3
Cactông phẳng	20 - 30	2 - 8	2 - 5
Giấy bao gói	3 - 15	10 - 25	5 - 12
Giấy mỏng đặc biệt		Tùy thuộc loại sản phẩm	

12.2.4. Công nghiệp dầu khí

Có bốn nhóm xí nghiệp hoạt động và tạo ra các loại nước thải đặc trưng:

1- Khoan khai thác dầu: Nước thải từ loại xí nghiệp này chủ yếu tạo ra từ nước sản xuất và cặn bùn khoan. Khoan ngoài thềm lục địa chiếm vị trí nhỏ hẹp;

2. Vận chuyển dầu thô và sản phẩm tinh khiết: ở các cảng dầu, nước dưới hầm tàu cần được xử lý, đôi khi phải xử lý tới mức như tàu chở nước sạch;

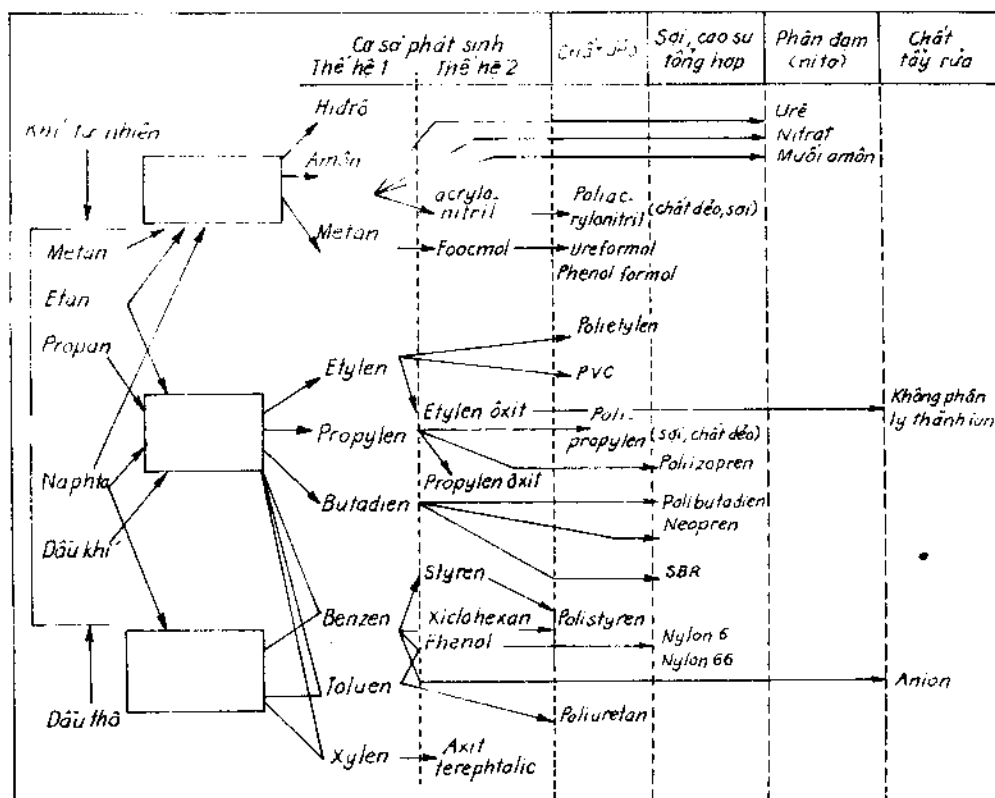
3. Các nhà máy lọc dầu: Có các nhà máy lọc dầu đơn giản hoặc nhà máy lọc dầu liên hợp. Trong các nhà máy này thường có công đoạn cracking. Các tháp cracking thường làm tăng dung tích nước thải và các chất bẩn ô nhiễm. Lượng NaOH dùng rồi sẽ biến thành các dòng thải chất bẩn chứa NaOH, S^{2-} , RSH, phenol. Trong số ba nhóm xí nghiệp này, các chất ô nhiễm chủ yếu là hidrocarbon (bảng 12.18);

Bảng 12.18. Bản chất các loại nước thải chủ yếu trong khai thác và lọc dầu

Nguồn gốc	Dung tích nước, % dung tích dầu khai thác	Hidrocarbon, mg/l	Các chất ô nhiễm khác
Khai thác: - Bãi giếng dầu - Nước sản xuất	0 - 600	200 - 1000 Tiếp theo thiết bị phân chia ba pha	NaCl, cát Sắt
Khoan Cần dầu và dịch khoan			Muối, bentonit, liosulfonat
Vận chuyển: - Nước hầm tàu - Tàu nước sạch	(25 - 30% dung tích tàu dầu)	Sau khi chứa, trung bình 50 - 80 sáp parafin 500 - 1000 nhũ tương	NaCl, cát Chất tẩy rửa, kiềm
Lọc dầu: - Khử muối - Cracking xúc tác lỏng (FCC) - Nước mưa - Nước ngưng từ tháp chưng khí quyển - Nước ngưng từ tháp chưng chân không	5 - 6 6 - 10 2 - 2,5 1 - 1,5	50 - 150 H.C nhẹ 100 - 150 biến động 50 150	NaCl, phenol, S^{2-} , S^{2-} , RSH, NH_4^+ , phenol cát Phenol, NH_4^+ Phenol, NH_4^+
Các nguồn khác		Các chất ô nhiễm, g/l	
Xút đã dùng xả từ tháp khử sunfua FCC: phenolic caustic soda (phenol xô đa)		Phenol: 10 - 60 RSH, S^{2-} : 0,3 - 10	
Các tháp cracking hơi Mercox : xút - sunfua		S^{2-} : 10 - 40, RSH: 0,3 - 20, phenol: 0,2 - 2	
Dầu bôi trơn Dịch chiết chứa chất thơm và không parafin		Furfural Metyl, etyl, xeton	

Tỷ lệ các chất ô nhiễm hữu cơ hòa tan (hợp chất oxi, phenol, andehit) tăng dần trong quá trình cracking, trong khi đó độ tinh khiết của dầu thô nặng và chứa photpho cũng tăng lên và làm tăng lượng nước thải chứa sunfit.

4- Công nghiệp hóa dầu: Có ba loại nhà máy hóa dầu liên hợp (h.12.2):



Hình 12.2 Phân loại các nhà máy hóa dầu

- Nhà máy liên hợp khí tổng hợp: dựa trên cơ sở chuyển hóa hơi, đây là giai đoạn phát triển (bao gồm tổng hợp NH_3 và metanol);
- Nhà máy liên hợp olefin - nổi tiếng - phổ biến nhất, dựa trên cơ sở cracking hơi naphtha, dầu khí hoặc dầu;
- Nhà máy liên hợp chất thơm, dựa trên cơ sở chuyển hóa xúc tác bằng tổng hợp BTX và nguồn gốc dẫn xuất của chúng.

Các chất polime thường được chế tạo trong các nhà máy riêng biệt tách khỏi những nơi sản xuất những chất phức hợp, ngoại trừ trường hợp polietylen hoặc trong trường hợp polipropylen.

Nước thải bị ô nhiễm bởi nguyên liệu thô, các dung môi, các chất xúc tác và bản thân những polime ở trạng thái lơ lửng hoặc nhũ tương.

Một lượng lớn các muối vô cơ cũng được xả ra như:

- NaCl khi tổng hợp chất clo (PVC và dung môi);

- CaCl_2 trong trường hợp caprolactam và acrylat;

- Việc xả AlCl_3 tương ứng với các phản ứng alkyl hóa diễn ra trong quá trình sản xuất etylbenzen và cumen (bằng axit H_3PO_4).

Bảng 12.19 giới thiệu bản chất của các chất ô nhiễm hữu cơ từ các quá trình công nghệ khác nhau.

Bảng 12.19. Các sản phẩm hóa dầu chủ yếu cùng các chất ô nhiễm tương ứng

	Sản phẩm/quá trình	Các chất ô nhiễm	Các chất ô nhiễm khác
1	2	3	4
Cracking hơi	Etylen, propylen butadien	Phenol, các axit hữu cơ	S^{2-} , RSH, hidrocarbon
Hóa	Metanol (chuyển hóa hơi naphtha và oxi hóa từng phần)	Metanol, các loại rượu nặng	
Hóa khí tổng hợp	Ure	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $(\text{CONH}_2)_2\text{NH}$	Ure 1 - 10 g/l NH_4OH 0,1 - 0,5 g/l
	Xử lý olefin cắt mạnh C_4 và C_5		
	MTBE (ete hóa izobuten)	Metanol, izobuten	
	MEC (hidrat hóa buten)	Butanol	axit sunfuric, các chất xúc tác
Các sản phẩm oxi hóa hoặc clorua hóa	Etylen oxit (oxi hóa trực tiếp etylen)	Etylen glycon Axetaldehit, CO_2 , hidrocarbon	Hidrocarbon
	Propylen oxit (clohidrin)	Ete diclopropan điisopropylic	Nước kiềm, NaCl, CaCO_3 , bùn cặn
	TBA - butanol bậc ba	Propylen oxit, izobutan, axeton	
	Axetaldehit (oxi hóa etylen)	Axetaldehit, axit axetic, oxalat	Nước axit
	Axit axetic (oxy hóa axetaldehit, metanol, Co)	axit formic, axetat, axeton	Nước axit, thori iodua
	Phenol (oxy hóa cumen)	Benzen, cumen	Bentonit, AlCl_3 , hidrocarbon
Monome vinyl	Vinylaxetat (từ axetylen)	Axetaldehit, axeton, acrolein	FeCl_3
	Vinylclorua (clo hóa etylen)	Dicloctan	HCl, NaCl, hidrocarbon

Tiếp bảng 12.19

1	2	3	4
Monome vinyl	Axit acrylic, acrylat, metaacrylat (oxi hóa propylen) acrylo nitril (propylen, oxi hóa amon)	Axit axetic, acrolein CN, axetonitril	Các chất xúc tác, (NH_4) ₂ SO ₄ Các chất xúc tác, (NH_4) ₂ SO ₄
	Caprolactam (nylon 6) theo hidroxyamin	Xiclohexan, lactam amin, hidroxyamin	(NH_4) ₂ SO ₄ chủ yếu tính axit
	Axit adipic	Xiclohexan, benzen	Nitrat, NaOH
	Axit terephthalic (oxi hóa propylen)	Axit axetic, các axit thơm, xylene	các chất xúc tác
	Poliete, polioli	Polietylen glycol, polipropylen glycol	
Monome Elastome	Butadien (khử hidro của butan)	Hidrocarbon olifinic	
	Neopren, policloropren	Dẫn xuất clo	
	Styren (khử hidro của etylbenzen)	Benzen, etylbenzen	AlCl ₃ , dầu mỏ diatom
	Polieste: - Sợi - Cao su	Axit terephthalic, etylen glycol, axit adipic và axit maleic, etylen glycol	
	Polyetylen: - LDPE - HDPE		Dầu mỡ, các chất bám theo bụi PE, chất xúc tác
	Polipropylen (phương pháp khô)	Hexan, chất tẩy rửa không phân ly ion	Tính axit nhẹ: Al ³⁺ , Ti ⁴⁺ , bụi/sắc tố
	Polistyren	Styren	Tính axit mạnh: NaCl, H ₃ PO ₄ , bụi PS, chất tẩy rửa
	Cao su: - SBR - Polybutadien	Styren và butadien, acrylonitrilbutadien, các hợp chất với oxi	Xà phòng, các chất xúc tác Al ³⁺ , keo tự latex, các chất xúc tác, Ti ⁴⁺ , NH ₄ ⁺ , latex
	Chất dẻo Epoxi	Epiclohidrin, các loại phenol thơm	
	Chất dẻo acrylic	Dimethylmetacrylat	CN ⁻
	Chất dẻo poliuretan	Dizoxianat, etepoliol, poliesterpolyol	
	Chất dẻo phenolic	Axetaldehit, formaldehit, các phenol	H ₂ SO ₄ , chất tẩy rửa không phân ly ion

12.2.5. Công nghiệp sắt và thép

- Một số xí nghiệp (cốc hóa, ngâm tẩy gỉ) tạo ra với hàm lượng lớn các chất ô nhiễm dạng tan. Những loại nước này sau khi xử lý không thể tuần hoàn tái sử dụng được (bảng 12.20);

- Các loại xí nghiệp khác (cán thép và làm sạch - hấp thụ khí) tạo ra nước thải với hàm lượng lớn các chất ô nhiễm dạng lơ lửng không tan (các loại oxit, hidrocarbon tan và hoàn toàn có thể tuần hoàn - tái sử dụng (bảng 12.21);

Bảng 12.20. Nước thải từ các nhà máy xí nghiệp luyện cán sắt - thép

	Phân xưởng	Dung tích nước, m^3 /tấn cốc	Các chất ô nhiễm chủ yếu
Cốc hóa	Dung dịch amon loãng (WAL)	110-106	Các thùng - Phenol 1- 4g/l - Làm lạnh NH_4^+ : 2 - 6g/l - NH_4^+ : 0,5 - 4g/l H_2S , CN^- , SCN
	Dung dịch amon đậm đặc (SAL)	30- 60	- Làm lạnh NH_4^+ : 8 - 14g/l - HCO_3^- , S^{2-} : 1- 4 g/l
	Bán sản phẩm và các xưởng làm sạch khí ngưng hoàn tất	10 - 100	Phenol : 0 - 50 mg/l CN^- : 100 - 400 mg/l
Cán lạnh	Quạt hút khử bụi ở công đoạn nạp than	50 - 300	Chất lơ lửng
	m^3 /tấn thép		
	- Ngâm tẩy gỉ bằng H_2SO_4	2	Fe^{2+} : 50 - 300mg/l
	- Ngâm tẩy gỉ bằng HCl	0,1	
	Cán với tốc độ giảm mạnh	1	Chất lơ lửng: 0,2g/l Dầu mỡ: 0,4 - 0,6 g/l NOH: 0,7 - 1,2 g/l
	Khử mỡ - điện phân trước khi mạ thiếc	1,5 - 2	Chất lơ lửng 0,5 - 1g/l Dầu mỡ: 0,1- 0,2 g/l NOH: 0,3 - 1,0g/l Silicat

Bảng 12.21. Hệ thống quạt thổi trong các nhà máy cán sắt thép với tuần hoàn - tái sử dụng nước thải

Phân xưởng	Xuất xứ - nguồn	Dung tích nước (l/ấn)	Các chất ô nhiễm (mg/l)
1. Tháp hấp thụ - làm sạch khí			
Lò	Hút khí và hệ tháp hấp thụ hoặc lọc cặn	30 - 300	Bụi: 200 - 1000 NH_4^+ : 0 - 500 CN^- : 0 - 20 $\text{Zn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$: 5 - 20
	Phân cỡ hạt xỉ	200 - 500	S^{2-} : 0 - 600 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$: 100 - 400 SiO_2 : bụi xỉ
Khử - giảm thiểu trực tiếp	Tháp hấp thụ khí và làm nguội	500	NH_4HCO_3 KHCO_3 $\text{SO}_2^{2-}/\text{SO}_3^{2-}$: 500 - 5000 Chất lơ lửng, oxit
Sản xuất thép bằng oxy	Hệ thống hút hoặc lọc cặn	20 - 200	CaCO_3 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hoặc K_2CO_3 Các oxit: 1000 - 5000

2. Cán và phân cỡ hạt

Luyện gang liên tục		50 - 100	Cặn vôi - HC Dịch thủy lực - F
	Hệ thống hút hoặc	20 - 50	Cặn vôi - tro xỉ
Nhà máy dây thép	rửa nước lọc	100 - 200	Cặn vôi - HC
Nhà máy cán ống		50 - 100	Cặn vôi

12.2.5.1. Nhà máy phân xưởng cốc hóa

Loại nhà máy này tạo ra các dung dịch amon từ các phân xưởng gây ẩm than (8%) và từ phân xưởng hình thành nước (4%). Đó là các dung dịch amon loãng giàu phenol. Bản thân các tháp hấp thụ khí tạo ra các dung dịch amon đậm đặc giàu amon tự do NH_4 .

12.2.5.2. Các phân xưởng ngâm tẩy gỉ

Công đoạn tẩy gỉ tạo ra nước ngâm với nồng độ cao của Fe^{2+} và H_2SO_4 nếu là tẩy gỉ bằng axit sunfuric. Nếu tẩy gỉ bằng axit clohidric thì có thể hoàn

nguyên HCl và làm giảm đáng kể lượng axit và sắt thái dạng tan. Việc bôi trơn các chi tiết đứng yên với tốc độ khử cao sẽ tạo ra nước thải chứa kiềm với hàm lượng chất béo - mỡ động vật, thực vật khá cao. Dung dịch đó còn chứa các chất điện phân khử dầu mỡ trước khi mạ thiếc. Việc phun các chi tiết đứng yên bằng các chất với tốc độ khử thấp thường đi kèm với các dung dịch nước (thường là các loại dầu mỡ tan cổ điển), trong đó một phần nhỏ sẽ được xử lý trước khi hút.

12.2.5.3. Hấp thụ khí

Các tháp hấp thụ khí thường dùng trong các lò nung với luồng khí nóng, làm nguội trực tiếp tập hợp trộn, giảm trực tiếp và các phản xường thép. Các chất bẩn ô nhiễm chủ yếu gồm các tạp chất lơ lửng, trừ những trường hợp giảm trực tiếp và phân cỡ hạt tro xỉ. Hầu hết các nhà máy, đều dùng hệ thống tuần hoàn hở, chỉ một lượng nhỏ cần phải xử lý.

12.2.5.4. Các phản xường cán

Từ các phản xường luyện cán đúc thép liên tục và dát mỏng cho tới lúc hoàn tất sản phẩm (nhà máy cạo gỉ nóng, nhà máy cát, nhà máy lò cao, nhà máy cán ống), nước đóng vai trò quan trọng ở hầu hết các công đoạn hoạt động cơ khí (tẩy gỉ, phân cỡ hạt, phun). Nước cuốn theo các loại oxit (gỉ) hoặc xỉ và chúng kéo theo một lượng nhỏ hidrocarbon từ các phản xường bôi trơn hoặc luyện cán thép

Sự có mặt của các chất ô nhiễm dạng tan là không bình thường (chất lỏng rò rỉ từ máy đúc liên tục). Tuy nhiên tất cả các hệ thống đều có thể là hệ thống tuần hoàn hở và chỉ phải xử lý một lượng nhỏ nước thải.

Trong các nhà máy tổ hợp sắt và thép được trang bị hệ thống tuần hoàn thì lượng nước bổ sung chỉ cần 3 - 6m³/tấn thép, trên cơ sở hệ số nồng độ là 3 - 4 và tổng lượng nước thải từ hệ thống tuần hoàn chỉ khoảng 1 - 1,5 m³/tấn thép.

12.2.6. Các xí nghiệp công nghiệp xử lý bề mặt

12.2.6.1. Nguồn gốc và bản chất của các chất thải

Xử lý bề mặt được áp dụng chủ yếu đối với các chi tiết kim loại và một ít vật liệu tổng hợp. Nó bao gồm các công đoạn sau:

- Xử lý sơ bộ bề mặt: khử dầu mỡ, ngâm tẩy gỉ;
- Phủ bề mặt bằng các phương tiện mạ điện;
- Phủ bề mặt bằng các hóa chất.

Những qui trình này phải đi kèm với ngâm rửa.

Nước thải được chia làm ba loại:

- Các thùng dung dịch đậm đặc đã dùng rồi;

- Nước thải chứa các chất với nồng độ trung bình có khả năng kết tủa (xà phòng, mỡ, các muối kim loại);

- Nước ngâm - rửa, loãng có thể tuần hoàn tái sử dụng sau khi xử lý.

Để đảm bảo an toàn và dễ xử lý, các loại nước thải axit và nước thải chứa crôm phải tách riêng khỏi nước thải chứa kiềm và nước thải chứa xianua.

12.2.6.2. Phân loại các chất ô nhiễm

Các chất ô nhiễm có thể chia thành nhiều loại:

- Các chất ô nhiễm - độc hại như CN^- , Cr^{6+} , F^- .

- Các chất ô nhiễm làm thay đổi độ pH, tức là các loại axit và các loại

kiềm;

- Các chất ô nhiễm làm tăng nồng độ chất lơ lửng như các hidroxit,

cacbonat, photphat;

- Các chất ô nhiễm được thu hồi bằng các nguyên tắc đặc biệt S^{2-} , Fe^{2+} ;

Các chất ô nhiễm hữu cơ, đặc biệt từ công đoạn tẩy dầu mỡ.

Tất cả những chất có ở thùng dung dịch dùng rồi đều có trong thùng nước ngâm rửa. Ngoài ra nước ngâm rửa còn chứa cả những ion kim loại lan ra từ các chi tiết đã xử lý.

12.2.6.3. Những điều kiện xử

Các tiêu chuẩn thay đổi nhiều và tùy thuộc từng nước và ngày càng trở nên ngặt nghèo đối với nồng độ chất ô nhiễm cũng như lưu lượng nước ngâm rửa. Ở Việt Nam trong TCVN - 5945 - 1995 qui định ngưỡng giới hạn cho phép của những kim loại nặng như ở bảng 12.22.

Bảng 12.22. Giá trị giới hạn các thông số và nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải công nghiệp (TCVN 5945 - 1995)

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		
			A	B	C
1	2	3	4	5	6
1	Nhiệt độ	$^{\circ}C$	40	40	45
2	pH		6 - 9	5,5 - 9	5 - 9
3	$BOD_5(NOC_5)$ ($20^{\circ}C$)	mg/l	20	50	100
4	COI (NOI)	mg/l	50	100	400
5	Chất rắn lơ lửng	mg/l	50	100	200
6	Asen	mg/l	0,05	0,1	0,5
7	Cadimi	mg/l	0,01	0,02	0,5
8	Chì	mg/l	0,1	0,5	1
9	Clo dư	mg/l	1	2	2
10	Crom (VI)	mg/l	0,05	0,1	0,5

Tiếp bảng 12.12

1	2	3	4	5	6
11	Crom (III)	mg/l	0,2	1	2
12	Dầu mỡ khoáng	mg/l	không phát hiện được	1	5
13	Dầu động thực vật	mg/l	5	10	30
14	Đồng	mg/l	0,2	1	5
15	Kẽm	mg/l	1	2	5
16	Mangan	mg/l	0,2	1	5
17	Niken	mg/l	0,2	1	2
18	Photpho hữu cơ	mg/l	0,2	0,5	1
19	Photpho tổng số	mg/l	4	6	8
20	Sắt	mg/l	1	5	10
21	Tetracloetylen	mg/l	0,02	0,1	0,1
22	Thiếc	mg/l	0,2	1	5
23	Thủy ngân	mg/l	0,005	0,005	0,01
24	Tổng nitơ	mg/l	30	60	60
25	Tricloetylen	mg/l	0,05	0,3	0,3
26	Amoniac (tính theo N)	mg/l	0,1	1	10
27	Florua	mg/l	1	2	5
28	Phenol	mg/l	0,001	0,05	1
29	Sunfua	mg/l	0,2	0,5	1
30	Xianua	mg/l	0,05	0,1	0,2
31	Coliform	MPN/100 ml	5000	10 000	-
32	Tổng hoạt độ phóng xạ α	Bq/l	0,1	0,1	-
33	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/l	1,0	1,0	-

Ghi chú: - Giá trị qui định của cột A có thể xả vào nguồn nước được dùng làm nguồn cấp nước sinh hoạt.

- Giá trị qui định trong cột B chỉ được xả vào nguồn nước dùng cho giao thông thủy, tưới tiêu, bơi lội, thủy sản, trồng trọt.

$B \leq X < C$: đổ vào nơi qui định.

$> C$: không được phép đổ vào nơi qui định.

Ở Pháp nghị định ngày 8 tháng 11 năm 1985 qui định như sau:

- Dung tích nước thải giới hạn $8l/m^2$ bề mặt xử lý đối với từng phần nước ngầm rửa;

- Tổng hàm lượng kim loại : Zn + Cu + Ni + Al + Fe + Cr + Cd + Pb +

Sn nhỏ hơn 15 mg/l. Đặc biệt từng kim loại không được vượt quá các ngưỡng sau (mg/l).

Cr ⁶⁺ : 0,1;	Zn: 5,0
Cr ³⁺ : 3,0;	Fe: 5,0
Cd: 0,2;	Al: 5,0
Ni: 5,0;	Pb: 1,0
Cu: 2,0;	Sn: 2,0

Các kim loại khác và những kim loại kiềm thổ dùng trong các phân xưởng (như zirconi, vanadi, molipden, bạc, coban, magie, titan, berilli, silic,...) phải có những ngưỡng giới hạn đặc biệt.

Lưu ý rằng:

- Khi trong các phân xưởng dùng trên năm kim loại (trong đó có sắt và nhôm), giới hạn 15 mg/l đôi khi phải tăng lên 20 mg/l;
- Cadimi là trường hợp đặc biệt, không chỉ hạn chế về nồng độ mà còn cả khối lượng: phải dưới 0,3 g/kg Cd đã sử dụng;
- Ngưỡng đối với các chất ô nhiễm khác như sau (mg/l):

Chất lơ lửng: 3,0	P: 10
CN ⁻ : 0,1	NOH: 150
F: 15	Tổng hidro: -
NO ₃ ⁻ : 1	Cacbon: 5

Một số chất có thể phải đề ra để đảm bảo tiêu chuẩn như F⁻, PO₄²⁻, NOH. Từng trường hợp cụ thể phải xác định riêng theo các phương pháp tốt nhất và kinh tế nhất.

12.2.6.4. Ngăn ngừa

Mục tiêu là giảm sự lan truyền, các chất ô nhiễm ở ngay tại phân xưởng bằng cách:

- Giảm ở từng thùng, tối ưu hóa thời gian ngâm đối với từng loại chi tiết;
- Thay đổi đặc tính từng thùng ngâm.

12.2.6.5. Thu hồi, tận dụng

Nước: thường phải cố gắng tận dụng thu hồi và tái sử dụng lại nếu có thể. Một lượng nước nhất định sẽ bị hao tổn mất mát. Mục tiêu đầu tiên là phải tối ưu hóa việc sử dụng nước trong phân xưởng. Có thể thấy rằng ở từng công đoạn với chất lượng nước ngâm và sản xuất như nhau, nhưng cấu trúc nước ngâm sẽ cho phép tiết kiệm nước bằng cách:

- Ngâm tĩnh và tuần hoàn nước;
- Ngâm theo bậc và có thể kết hợp tuần hoàn nước ở các thiết bị trao đổi

ion.

Nguyên liệu thô : Có thể thu hồi nguyên liệu thô ngay tại chỗ bằng cách:

- Xử lý bằng màng (các muối Ni, Cu hoặc các kim loại khác);
- Trao đổi ion (muối crom, axit từ các thùng ngâm tẩy gỉ);
- Điện phân (Cu, Zn, Cd, Ag).

Với quan điểm giá thành và môi trường thì hệ thống này là tốt nhất.

12.2.7. Các dung dịch nước để cắt - tiện kim loại

Những dung dịch này thường có ở các nhà máy cơ khí chế tạo ô tô, máy bay và nhà máy cán thép, đôi khi gọi những dung dịch này là "dầu, mỡ tan", "dầu mỡ để cắt gọt tiện".

Những dung dịch này sau khi dùng được xả ra và thường chứa 90 - 97% là nước, có giá trị NOH cao, gây khó khăn lớn cho việc xử lý vì nó có thể chứa rất nhiều hợp chất hữu cơ khác nhau, những chất hoặc không bị phân hủy sinh học, hoặc không thể tạo bông dễ lắng. Vì vậy điều quan trọng là phải phân biệt ba nhóm dịch lỏng (bảng 12.23):

Bảng 12.23. Đặc tính các dung dịch nước để cắt tiện kim loại

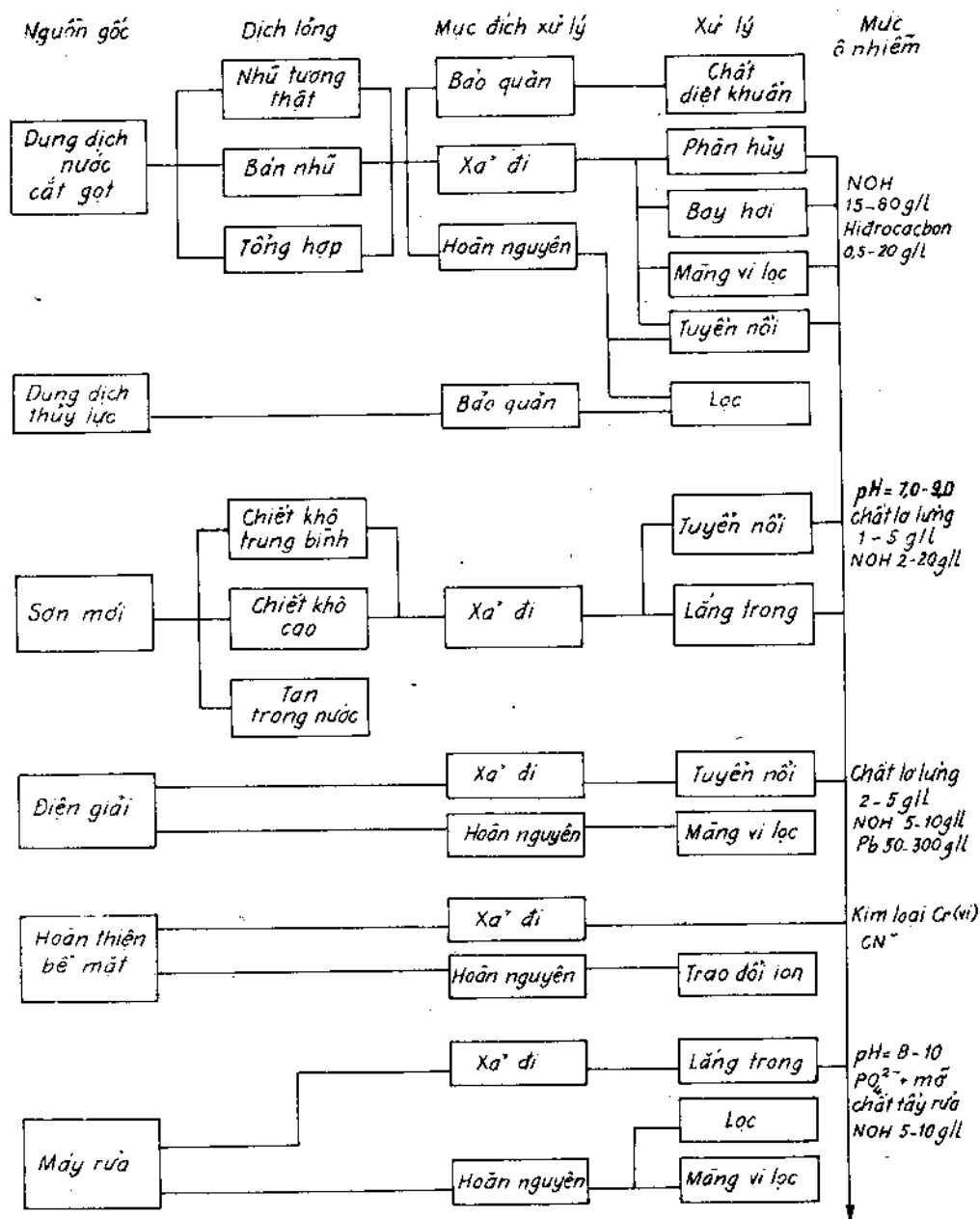
Loại dung dịch	Thành phần	Hàm lượng chất tan	Mật độ quang học	NIH, g/l
Các dung dịch nhũ tương thật	Dầu mỡ khoáng phân tán và chất tạo nhũ (15 - 20% dầu mỡ)	5 - 15%	20 - 150	20 - 100
Dung dịch bán tổng hợp hay bán nhũ	Dầu mỡ khoáng, chất tạo nhũ, chất tẩy rửa không phân ly thành ion, sunfonat, axit béo amit	3 - 6%	1 - 20	40 - 50
Dung dịch tổng hợp hay dung dịch thật	Muối của axit béo mạch ngắn, acrylsunfamit caboxyl, poliet glycol	3%	< 1	40 - 50

Ghi chú : Các chất phụ gia chung cho các loại dung dịch có thể là:

- Các tác nhân chống ăn mòn, chống tạo bọt;
- Các chất diệt khuẩn hoặc diệt nấm, thuốc nhuộm.

- Nhũ tương gồm khoảng 75% dầu khoáng, 25% chất tạo nhũ và 10% phụ gia.

- Bán nhũ tương gồm khoảng 35% dầu khoáng, 40% amid sunfonat, 10% chất tạo nhũ và 15% chất phụ gia;



Hình 12.3. Tổ chức thoát nước và các loại nước thải trong công nghiệp sản xuất ôtô

- Dung dịch thật gồm khoảng 40% muối axit béo, ete glycol, 30% chất chống ăn mòn, 30% chất phụ gia.

Những dung dịch này được tuần hoàn bởi các động lực với năng suất 10 - 500 m³/h. Những loại chất ô nhiễm sau đây làm chất lượng những dung dịch này bị xấu đi là:

- Bụi kim loại và oxit;
- Các loại dầu mỡ ngoại lai hoặc các tạp chất khác lẫn vào;
- Những chất hữu cơ đã bị oxi hóa hoặc polime hóa;
- Bùn sinh học và axit hữu cơ do quá trình lên men.

Các dung dịch này cần được hoàn nguyên (tách các chất lơ lửng và những loại dầu mỡ ngoại lai) và ổn định trong hệ kín. Dung tích xả ra cần được xử lý có thể khoảng một vài mét khối trong 1h tới vài chục mét khối trong một ngày.

12.2.8. Công nghiệp sản xuất ô tô, máy bay

Tùy thuộc vào sản phẩm chế tạo cuối cùng, các nguồn nước thải tạo ra là:

- Các dung dịch cát gọt sau khi dùng rồi xả đi;
- Các dung dịch tẩy dầu mỡ, ngâm tẩy gỉ;
- Các dung dịch khử khoáng;
- Các dung dịch xả ra từ các máy rửa;
- Các dòng xả từ các quán phun sơn;
- Các dòng xả từ hệ thống làm nguội;
- Các dòng xả từ các hoạt động sinh hoạt bình thường (nước thải vệ sinh, nước rửa sàn).

Ngoài ra các trung tâm cơ khí, các xưởng sơn, thiết bị rửa đều có hệ thống tuần hoàn kín với lưu lượng từ 500 đến 1000 m³/h. Chất lượng của các dung dịch đó phải giữ ở mức ổn định, không đổi trong toàn bộ hệ thống hoặc từng bộ phận cục bộ (h.12.3)

12.2.9. Năng lượng

Bảng 12.24. Các loại nước thải chủ yếu tạo ra trong công nghiệp năng lượng

Năng lượng	Nguồn gốc nước thải	Các chất bẩn ô nhiễm
1	2	3
Nhà máy nhiệt điện	Chứa nhiên liệu	Hidrocarbon, chất lơ lửng
	Làm sạch không khí nóng	Nước kiềm oxi hóa, Fe, Vd,
	Làm sạch nồi hơi	Ni, Cu, axit xitric, NaF hoặc H ₂ SO ₄ , NH ₄ F
	Khử tro, vận chuyển tro bay và xỉ	Chất lơ lửng, độ kiềm Ca(OH) ₂ hoặc KOH một ít SO ₂ tính axit

Tiếp bảng 12.24

1	2	3
Tháp hấp thụ khí	Khử sunfua: nước thải từ tháp hấp thụ làm sạch khí NO_x khử NO_x	$\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$, kim loại nặng, H_2SO_3 , thạch cao, HCOOH , NH_4^+ , muối đậm đặc
Hóa khí từ than	- Hình thành nước và nước thải từ tháp hấp thụ làm sạch khí, hình thành khí sơ cấp - Hình thành khí thứ cấp	Phenol, NH_4^+ , CN^- , SCN^- , axit NH_4^+ , CN^- , SCN^- , HCOOH , hidrantoin
Khai thác mỏ than	Các xí nghiệp rửa than	Chất lơ lửng 10 - 100 g/l
Đốt chất thải gia đình	Nước thải từ tháp hấp thụ làm sạch khí	HCl , Cl_2 , SO_3^{2-} , kim loại nặng
Bể nước cao áp nhà máy điện hạt nhân	- Rửa rửa, rửa sàn các phòng thí nghiệm - Lấy mẫu - Thải từ máy phát điện bằng hơi	Độ phóng xạ $< 10^{-3} \text{ Ci/m}^3$ cần giảm đến $2 \cdot 10^{-5} \text{ Ci/m}^3$, muối, chất lơ lửng Rất nguy hiểm về độ phóng xạ
Tái xử lý dầu nhiên liệu	Nước thải có thể xử lý bằng keo tụ kết tủa hóa học hoặc hấp phụ Nước thải độc hại hoặc với một ít độ hoạt hóa Nước thải có độ phóng xạ trung bình Các thùng - bể chứa dầu nhiên liệu	Keo, độ phóng xạ $< 10 \text{ Ci/m}^3$ 10^{-3} - $1,0 \text{ Ci/m}^3$, 90 Sr, 137 Cs muối các kim loại 10^{-3} Ci/m^3 , một ít muối

12.2.10. Công nghiệp luyện kim đen và luyện kim màu

Bảng 12.25. Các loại nước thải chủ yếu từ công nghiệp luyện kim đen, luyện kim màu

Công nghiệp	Nguồn nước thải	Chất bẩn ô nhiễm
1	2	3
Nhuộm	- Nước thải từ tháp hấp thụ khí, từ cryolit - Chất điện phân - Nghiền	SO_2 , axit, HF, bụi than và cryolit F^- và CN^- bụi than

Tiếp bảng 12.25

1	2	3
	- Sản xuất các tấm anot - Làm nguội khuôn đúc	Axit, Al^{3+} , Fe, cặn caolanh, dầu mỡ
Vàng	Quá trình xanua hóa Quá trình floure hóa	NaOH, CN H_2 , O_2 , Fe^{2+} , tioure
Uran	Nước bơm từ mỏ	Nước thường có tính axit, giàu sunfat, kim loại tan (Fe, Ur). Đôi khi độ phóng xạ 50 - 100 picocuri (Radi 226)
	Cột chiết bằng cách trao đổi ion hoặc dung dịch muối	Sản phẩm tinh khiết, có tính axit nhẹ (SO_4^{2-}) và phóng xạ (Radi), muối tan
	Xử lý cặn vô trùng	Chất lơ lửng
	Nung trong lò quay và khử	Nước có tính axit, chứa Zn, Pb
Kẽm (luyện kim đen)	Nước thải từ tháp hấp thụ làm sạch khí	Cd, đôi khi có Hg, Se

12.2.11. Công nghiệp hóa chất phổ biến

Bảng 12.20. Nước thải công nghiệp hóa chất phổ biến

Công nghiệp	Nguồn nước thải	Chất bẩn ô nhiễm
1	3	3
Xí nghiệp điều chế clo (tế bào thủy ngân)	Tháp hấp thụ làm sạch khí và rửa sàn. Rửa ri nước muối	Chất ô nhiễm thủy ngân (kim loại và ion). Thủy ngân có thể tuần hoàn
NH_3	Nước ngưng 1 m ³ /tấn	1 - 4 g/l NH_4HCO_3 ; 0,2 - 1 g/l metanol
NH_4NO_3 tổng hợp	Nước ngưng cơ bản 0,5 m ³ /tấn Xưởng rửa	2 - 3 g/l NH_4NO_3 ; 0,2 - 0,8 g/l NH_4OH ; NH_4NO_3 , chất lơ lửng
Ure	Nước ngưng 0,6 m ³ /tấn. Rửa sàn	Không thủy phân, nồng độ 0,1 - 0,5 g/l NH_4 0,5 - 2 g/ure
Suph photphat	Nước thải từ tháp hấp thụ làm sạch khí	Nước có độ axit mạnh: H_2SO_4 , Si_6H_2 , HF, H_3PO_4 , thạch cao

Tiếp bảng 12.26

1	2	3
H_3PO_4	Nước thải từ tháp hấp thu làm sạch khí	Nhiều cặn bùn SiO_2 , CaF_2 và $Ca_3(PO_4)_2$.
Xí nghiệp dược phẩm	Nước rửa	Thường chất ô nhiễm là chất hữu cơ hòa tan, có thể có chất kháng sinh, chất diệt khuẩn
Thuốc nhuộm	Sản xuất, điều chế	Dinitrotoluen, dinitrobenzen, các dung dịch chứa clo, nitrophenol, nitroalmin
Chất tẩy rửa, bột giặt	sản xuất	Alkylbenzensunfonat (ABS), laurylalkylsunfonat (LAS), tripoliphosphat, borat, chất béo alcol sunfat hoặc etoxylar, SO_4^{2-}

12.2.12. Các loại xí nghiệp công nghiệp khác

Bảng 12.27. Nước thải từ các xí nghiệp công nghiệp khác

Xí nghiệp	Nguồn nước thải	Chất bẩn ô nhiễm
1	2	3
Thủy tinh - kính gương	Làm kính mờ, kính trang trí, hình cắt, đánh bóng, hoàn tất	Có độ axit cao: HF, amon biflorua, bột đánh bóng, đá bọt để đánh bóng, bột kim loại, oxit
		seri, hồng ngọc Chứa nhiều chất lơ lửng, NOS
Sợi thủy tinh	Sản xuất sợi, bôi dầu	và NOH cao do dextrin, gelatin, silicon, các loại axetat, nhựa phenol
Mỹ phẩm	Đóng hộp	Hàm lượng mỡ cao, các chất tẩy rửa không phân ly và phân ly thành ion, các chất tan NOH cao nhưng phân hủy sinh học được

Tiếp bảng 12.27

1	2	3
Giấy đánh bóng	Chuẩn bị hỗn hợp dính giữa chất mài mòn trên giấy	Phenol formaldehit, nhựa ure formaldehit, gelatin, tinh bột, nhựa epoxi, dung dịch muối, NOH cao, NOS và chất lơ lửng trung bình
Sàn sứ	sấy khô đồ gốm. Rửa sàn	Hàm lượng chất lơ lửng cao, có thể có những phản ứng tinh thể hóa.
Hộp sợi		Sợi gỗ. NOH các chất tan cao
Keo, hồ, chất kết dính		Vinyl copolime. Keo và caosu, NOH cao, chất tạo nhũ
Lốp xe	Sản xuất thân - vỏ	Sắt và đồng, dầu bôi trơn, dầu tan, dịch ngâm tẩy gỉ
	Cao su tổng hợp, sản xuất lốp	Xà phòng, muối kim loại, dung dịch muối. Dung dịch tưới thủy lực, mỡ
Bột thuốc nổ	sản xuất các hợp chất nitro	Hàm lượng axit sunfuric, nitric cao, chất tạo màu. NOH không phân hủy sinh học
	Tẩm thấm bột cơ bản	Etylaxetat, nitroxenluloza nitroglycerin, Na_2SO_4 , keo dính, chất dẻo. Nước thải có thể phân hủy sinh học được
Rửa máy bay, sân bay	Làm sạch bề mặt sơn	Nồng độ NOH cao, chất tẩy rửa, silicat, photphat, axit cromic, dầu mỡ béo, phenol, keroxin

12.3. GIỚI THIỆU VỀ KIỂM TOÁN CHẤT THẢI

Với mục đích kiểm toán, ở đây chất thải được coi là một thuật ngữ chỉ vật chất không phải là sản phẩm và được thải khỏi quá trình sản xuất. Những chất thải này được biểu thị ở dạng khí, lỏng và rắn.

Những thập kỷ trước đây, việc quản lý chất thải đều tập trung vào việc xử lý chất thải ở cuối đường ống, các trạm xử lý chất thải, các thiết bị kiểm soát

ô nhiễm và ngăn ngừa ô nhiễm môi trường. Sau đó, từ năm 1990 tới nay, xuất hiện một quan niệm khác là vấn đề ngăn ngừa giảm thiểu chất thải. Chúng ta tự hỏi, làm thế nào để ngăn ngừa việc tạo ra chất thải và giảm bớt chất thải? Chúng ta có thể dùng lại hoặc thu hồi chất thải được không? Những tiến bộ từ việc xử lý chất thải đã làm cho người ta nghĩ tới việc ngăn ngừa, hạn chế tạo ra chất thải. Điều đó sẽ tạo ra những lợi ích sau:

- Lượng chất thải giảm xuống;
- Nhu cầu về nguyên liệu thô cũng sẽ giảm xuống và do đó giá thành cũng giảm;
- Giá thành xử lý chất thải cũng giảm xuống;
- Tiềm năng gây ô nhiễm môi trường sẽ giảm xuống;
- Các điều kiện làm việc được cải thiện;
- Hiệu quả quá trình sản xuất sẽ tăng lên.

Để ngăn ngừa hoặc hạn chế việc tạo ra chất thải, người ta phải kiểm tra các quá trình sản xuất, nhận dạng nguồn thải, các vấn đề vận hành, quản lý các quá trình sản xuất, những khu vực - phạm vi có thể cải thiện điều kiện môi trường.

Kiểm toán chất thải là bước đầu tiên trong chương trình giảm thiểu - hạn chế tạo ra chất thải nhằm tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và cải thiện, nâng cao hiệu quả sản xuất - ngăn ngừa - giảm thiểu ô nhiễm và bảo vệ môi trường. Việc kiểm toán chất thải sẽ tạo cho ta nắm chắc và hiểu rõ các quá trình sản xuất và cân bằng các dòng vật chất, hướng vào những khâu có thể giảm lượng chất thải tạo ra và có thể giảm được chi phí. Kiểm toán chất thải được thực hiện cùng với khảo sát, điều tra, đo đạc, ghi chép thu thập số liệu và phân tích các mẫu chất thải. Để đạt hiệu quả kiểm toán phải được thực hiện đúng phương pháp, xuyên suốt cùng với chương trình quản lý tổng thể và phải có sự hỗ trợ của cán bộ vận hành công nghệ. Việc kiểm toán chất thải được thực hiện tốt có chất lượng phải bao gồm:

- Xác định các nguồn, khối lượng và các loại chất thải tạo ra;
- Thu thập những thông tin về từng khâu công nghệ, nguyên liệu thô, sản phẩm, sửa dụng và thải nước;
- Nêu bật các quá trình sản xuất không hiệu quả và những khâu quản lý kém;
- Giúp đỡ - hỗ trợ xây dựng mục tiêu giảm thiểu chất thải;
- Cho phép phát triển chiến lược quản lý chất thải có hiệu quả kinh tế cao;
- Nâng cao kiến thức về quá trình sản xuất;
- Giúp đỡ cải thiện hiệu quả sản xuất.

**GIẢI ĐOẠN 1:
ĐÁNH GIÁ SƠ BỘ**

CHUẨN BỊ KIỂM TOÁN

- Bước 1. Chuẩn bị và tổ chức đội và nguồn kiểm toán
- Bước 2. Phân chia các quá trình thành từng đơn vị hoạt động
- Bước 3. Xây dựng sơ đồ dòng quá trình liên quan các đơn vị hoạt động

ĐẦU VÀO QUÁ TRÌNH

- Bước 4. Xác định đầu vào
- Bước 5. Ghi chép việc dùng nước
- Bước 6. Đo mức tái sử dụng chất thải

ĐẦU RA QUÁ TRÌNH

- Bước 7. Định lượng sản phẩm/bán sản phẩm
- Bước 8. Tính toán về nước thải
- Bước 9. Tính toán về lan truyền khí
- Bước 10. Tính toán về chất thải khối phạm vi

**GIẢI ĐOẠN 2:
CÂN BẰNG
VẬT CHẤT**

RÚT RA SỰ CÂN BẰNG VẬT CHẤT

- Bước 11. Tập hợp thông tin về đầu vào đầu ra
- Bước 12. Rút ra sơ đồ cân bằng vật chất sơ bộ
- Bước 13 và 14. Đánh giá và xác định lại cân bằng vật chất

NHẬN DẠNG CÁC PHƯƠNG ÁN GIẢM THIỂU CHẤT THẢI

- Bước 15. Nhận dạng các biện pháp giảm thiểu rõ ràng
- Bước 16. Xác định mục tiêu, đặc điểm về vấn đề chất thải
- Bước 17. Khảo sát khả năng phân chia chất thải
- Bước 18. Nhận dạng các biện pháp lâu dài giảm thiểu chất thải

**GIẢI ĐOẠN 3:
TỔNG HỢP**

- ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN GIẢM THIỂU CHẤT THẢI**
- Bước 19. Thực hiện đánh giá các phương án giảm thiểu chất thải về môi trường và kinh tế. Liệt kê các phương án khả thi

- KẾ HOẠCH HÀNH ĐỘNG GIẢM THIỂU CHẤT THẢI**
- Bước 20. Thiết kế và thực hiện kế hoạch hành động giảm thiểu chất thải để đạt hiệu quả quá trình cải thiện

Hình 12.4. Sơ đồ hướng dẫn qui trình thực hiện kiểm toán chất thải

Qui trình kiểm toán chất thải có thể áp dụng cho các qui mô - phạm vi khác nhau. Việc kiểm toán chất thải ở một vùng có thể chỉ ra các vấn đề về các xí nghiệp công nghiệp. Cụ thể, ở từng xí nghiệp nhà máy, các chất thải có thể được nêu cụ thể các quá trình đặc biệt như vị trí cần xử lý giải quyết. Ở từng công đoạn sản xuất thì phải nhận dạng và chính xác hóa nguồn gốc chất thải, khả năng giảm thiểu chất thải tạo ra và đề xuất biện pháp giảm thiểu cụ thể.

Hình 12.4 là sơ đồ mang tính hướng dẫn quá trình thực hiện kiểm toán chất thải ở các xí nghiệp công nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes. UNIDO - UNEP.
2. Eckenfelder W.W. O'Connor D.J. Biological Waste Treatment. New York - Oxford - London - Paris, 1961
3. Handbook for Monitoring Industrial wastewater. US Environmental Protection Agency. Technology transfer, August, 1973.
4. Metcalf and Eddy. Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse. McGraw - Hill International Editions, Civil Engineering Series. 3d Edition, 1991.
5. Nemerow N.L. Theories and Practice of Industrial Waste Treatment. New York - London, 1962
6. Paul Brouzes. Précis d'épuration biologique par boues activées. Paris, 1973
7. Water treatment handbook - Degremont, 1991 - Sixth edition - Vol 1,2. water and the Environment.
8. Trần Hiếu Nhuệ. Nghiên cứu điều hòa lưu lượng và nồng độ nước thải các xí nghiệp công nghiệp dệt nhuộm. Luận án PTS KHKT, 1972.
9. Trần Hiếu Nhuệ. Lâm Minh Triết. Xử lý nước thải. Đại học xây dựng, 1978.
10. Trần Hiếu Nhuệ. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học. Đại học xây dựng 1990.
11. Trần Hiếu Nhuệ. Trần Đức Hạ. Các quá trình vi sinh vật trong các công trình cấp thoát nước. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 1996.
12. Qui phạm thoát nước đô thị Việt Nam TCVN 19-72 do UBND TP Hà Nội ban hành và TCN-20-84 - Tiêu chuẩn ngành - Thoát nước đô thị - Mạng lưới bên ngoài.
13. Jukov A.I.,... Kanalizatsia Moskva, 1975.
14. Jukov A.I.,... Kanalizatsia promyslennukh predpriatii. Moskva, 1962, 1969.
15. Iakovlev S.V. Laskov Iu. M.,..., Otchistka stochnukh vod tekstilnoi promyslennosti. Moskva, 1972.
16. Kasatkin A.G. Osnovnye processy i apparatury khimicheskoi tehnologii. Moskva, 1971.
17. Klasen V.I. Voprosy teorii araratsii i flotatsii. Goskhimizd, 1949.
18. Koganovski A.M. Kulski I.A., Otchistka stochnukh vod. Izd "Tekhnika", Kiev, 1974.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	Trang
Chương 1. HỆ THỐNG VÀ SƠ ĐỒ THOÁT NƯỚC	
CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP	5
1.1. Hệ thống thoát nước các xí nghiệp công nghiệp	5
1.2. Xác định khối lượng, thành phần, tính chất nước thải các xí nghiệp công nghiệp	13
1.3. Sử dụng nước thải sản xuất và thu hồi chất quý	19
1.4. Giải quyết tổ hợp thoát nước các xí nghiệp công nghiệp và vùng dân cư	23
1.5. Sơ đồ hệ thống thoát nước các xí nghiệp công nghiệp	25
1.6. Đặc điểm cấu tạo và tính toán mạng lưới thoát nước các xí nghiệp công nghiệp	28
1.7. Đặc điểm thiết kế và xây dựng trạm bơm nước thải các xí nghiệp công nghiệp	33
Chương 2. CƠ SỞ CHỌN PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC	
THẢI CÁC XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP	37
2.1. Khảo sát và thu thập số liệu cơ sở	37
2.2. Các phương pháp xử lý nước thải công nghiệp	39
Chương 3. ĐIỀU HÒA LƯU LƯỢNG VÀ NỒNG ĐỘ NƯỚC THẢI	
CÔNG NGHIỆP	45
3.1. ảnh hưởng của sự biến đổi lưu lượng và nồng độ	45
3.2. Phân loại và vị trí các bể điều hòa	45
3.3. Tính toán và cấu tạo một số loại bể điều hòa	46
Chương 4. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP	
BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC	55
4.1. Lọc qua song chắn hoặc lưới	55
4.2. Lắng	57
4.3. Loại các tạp chất nổi	67
4.4. Lọc nước thải	71
4.5. Xiyclon thủy lực	73

Chương 5. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP	
BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC	80
5.1. Phương pháp đông tụ	80
5.2. Phương pháp trung hòa	83
5.3. Phương pháp oxi hóa-khử	94
Chương 6. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP	
BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRÍCH LY	105
6.1. Nguyên lý cơ bản của phương pháp trích ly	105
6.2. Kỹ thuật trích ly và phương pháp tính toán	108
6.3. Cấu tạo các loại thiết bị trích ly	115
6.4. Sơ đồ trạm xử lý nước thải bằng phương pháp trích ly	121
6.5. Các chỉ tiêu công nghệ và kinh tế	125
6.6. Phạm vi sử dụng của phương pháp trích ly	127
Chương 7. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP	
BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ	129
7.1 Những nguyên lý chung của phương pháp hấp phụ	129
7.2. Chọn chất hấp phụ	134
7.3. Kỹ thuật hấp phụ	135
7.4. Hoàn nguyên vật liệu hấp phụ	152
7.5. Sơ đồ trạm xử lý nước thải bằng phương pháp hấp phụ	155
Chương 8. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG	
PHƯƠNG PHÁP LÀM THOÁNG VÀ CHỨNG BAY HƠI	160
8.1. Phương pháp làm thoáng	160
8.2. Phương pháp chưng bay hơi	165
8.3. Phương pháp tuần hoàn hơi nước	169
Chương 9. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP	
BẰNG PHƯƠNG PHÁP TUYỂN NỔI	177
9.1. Khái niệm chung và phân loại quá trình tuyển nổi	177
9.2. Cơ sở hóa lý của quá trình tuyển nổi	180
9.3. Kỹ thuật tuyển nổi	183
9.4. Sơ đồ trạm xử lý nước thải bằng phương pháp tuyển nổi	199
Chương 10. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP	
BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HÓA	201
10.1. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh hóa trong điều kiện hiếu khí	205
10.2. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh hóa trong điều kiện kỵ khí	225

	Trang
10.3. Loại bỏ các chất dinh dưỡng bằng phương pháp sinh học	234
10.4. Xử lý và sử dụng cặn	239
Chương 11. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP	
BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT	241
11.1. Phân loại nước thải theo tính chất các chất bẩn và áp dụng đối với phương pháp nhiệt	241
11.2. Sơ đồ trạm xử lý nước thải bằng phương pháp nhiệt	242
11.3. Cấu tạo và tính toán các thiết bị lò đốt	247
11.4. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật	254
Chương 12. NHU CẦU CẤP NƯỚC VÀ THẢI NƯỚC	
Ở MỘT SỐ LĨNH VỰC CÔNG NGHIỆP	255
12.1. Nhu cầu cấp nước cho các quá trình sản xuất trong công nghiệp	255
12.2. Khối lượng nước thải công nghiệp và lượng các chất bẩn trong đó	265
12.3. Giới thiệu về kiểm toán chất thải	295
Tài liệu tham khảo	299

GS, TS TRẦN HIẾU NHUỆ

THOÁT NƯỚC VÀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Biên tập:

Vẽ bìa:

Sửa bản in:

PGS, TS TÔ ĐĂNG HẢI
KIM ANH, THANH ĐỊNH
HƯƠNG LAN
HƯƠNG TRÀ

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 - TRẦN HUNG ĐẠO, HÀ NỘI

In 1000 bản khổ 16 x 24cm, tại Xí nghiệp in 19-8 số 3 đường Nguyễn
Phong sắc- Nghĩa Tân- Cầu Giấy - Hà Nội.
Giấy phép xuất bản số 123 - 142, ngày 29-6 - 2001
In xong và nộp lưu chiểu tháng 10 năm 2001.

Mã số: 201238



Giá 35.000đ