TRUNG TÂM ĐÀO TẠO NGÀNH NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG

SỔ TAY XỬ LÍ NƯỚC

TẬP 1

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

http://tieulun.hopto.org

SỔ TAY XỬ LÝ NƯỚC

TẬP 1

TRUNG TÂM ĐÀO TẠO NGÀNH NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG
dịch và giới thiệu

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

http://tieulun.hopto.org

MEMENTO TECHNIQUE DE L'EAU

EDITION DU CINQUANTENAIRE
1989
NEUVIÈME ÉDITION

Tome 1

Degrémont
TRAITER L'EAU PROTEGER L'ENVIRONNEMENT

http://tieulun.hopto.org

Xuất bản lần đầu tiên bằng tiếng Pháp	1950
Xuất bản lần thứ hai bằng tiếng Pháp	1952
Xuất bản lần thứ ba bằng tiếng Pháp	1954
Xuất bản lần đầu tiên bằng tiếng Anh	1955
Xuất bản lần thứ tư bằng tiếng Pháp	1958
Xuất bản lần đầu bằng tiếng Tây Ban Nha	1959
Xuất bản lần thứ hai bằng tiếng Anh	1960
Xuất bản lần thứ năm bằng tiếng Pháp	1963
Xuất bản lần thứ ba bằng tiếng Anh	1965
Xuất bản lần thứ hai bằng tiếng Tây Ban Nha	1965
Xuất bản lần thứ sáu bằng tiếng Pháp	1966
Xuất bản lần thứ bảy bằng tiếng Pháp	1972
Xuất bản lần thứ tư bằng tiếng Anh	1973
Xuất bản lần thứ ba bằng tiếng Tây Ban Nha	1973
Xuất bản lần đầu tiên bằng tiếng Đức	1974
Xuất bản lần thứ hai bằng tiếng Đức	1976
Xuất bản lần thứ tám bằng tiếng Pháp	1978
Xuất bản lần thứ năm bằng tiếng Anh	1979
Xuất bản lần thứ chín bằng tiếng Pháp	1989

Dịch nguyên văn từ tiếng Pháp "**Memento technique de l'eau**" xuất bản lần thứ chín năm 1989 nhân kỷ niệm năm mươi năm thành lập nhà xuất bản, do Công ty Xử lý nước bảo vệ môi trường Degrémont, cơ quan phân phối sách và tài liệu nước Cộng hoà Pháp - Lavoisier - 11 phố Lavoisier-75384 Paris

Tất cả quyền dịch thuật, tái bản dành cho tất cả các quốc gia

http://tieulun.hopto.org

LỜI GIỚI THIỆU

Trung tâm Đào tạo ngành Nước và Môi trường CNEE- Trường Cao đẳng Xây dựng Công trình đô thị - Bộ Xây dựng Việt Nam được thành lập từ năm 1997 với mục tiêu là bồi dưỡng, đào tạo cho cán bộ, công nhân viên Ngành nước.

Từ khi thành lập, Trung tâm đã được sự giúp đỡ của Chính phủ Pháp thông qua Đại sứ quán Pháp tại Việt Nam, cùng các doanh nghiệp chuyên ngành trên toàn nước Pháp.

Nhiệm vụ của Trung tâm là xây dựng cơ sở vật chất,đào tạo đội ngũ giáo viên, biên soạn nội dung chương trình, giáo trình, tài liệu đào tạo.

Từ năm 1999 Trung tâm đã tiến hành biên dịch và giới thiệu cuốn sách "Sổ tay xử lý nước" của Công ty nước Lyon và Công ty Degrémont của Pháp. Với hơn 2.000 trang tài liệu cuốn sách đã giới thiệu những kiến thức cơ bản, những công nghệ hiện đại, những bài học hữu ích trong lĩnh vực xử lý nước mà nước Pháp được coi là một trong những quốc gia đi đầu.

Trong quá trình biên dịch, mặc dù đã rất cố gắng, song không tránh khỏi những sai sót. Thời gian qua chúng tôi đã nhận được nhiều ý kiến động viên, khích lệ cũng như những phê bình, góp ý của bạn đọc gần xa.

Với sự cộng tác của TS. Trịnh Xuân Lai, cuốn sách "Sổ tay xử lý nước" đã được hiệu đính. Chúng tôi hy vọng rằng cuốn sách sẽ đáp ứng được yêu cầu của bạn đọc.

Nhân dịp cuốn sách được tái bản, Trung tâm đào tạo Ngành nước và Môi trường tỏ lòng cảm ơn sự chỉ đạo của lãnh đạo Bộ Xây dựng, sự tài trợ của Đại sứ quán Cộng hòa Pháp tại Việt Nam từ quỹ Đoàn kết ưu tiên của Bộ Ngoại giao Pháp, cũng như sự hợp tác chặt chẽ của Nhà xuất bản Xây dựng để cuốn sách được tái bản.

CỐ VẤN KỸ THUẬT — **GIÁM ĐỐC TRUNG TÂM**

CLAUDE MAUVAIS — **NGUYỄN BÁ THẮNG**

http://tieulun.hopto.org

LỜI NÓI ĐẦU CỦA TÁC GIẢ

Khi khởi đầu sự nghiệp, tôi là kỹ sư cầu đường, cung như nhiều đồng nghiệp, tôi có sử dụng nhiều cuốn sách của các tác giả:

- Terzaghi bàn về cơ học đất, cuốn của Timoshenko bàn về tính kết cấu, cuốn của Robinson và Fauchart bàn về bêtông cốt thép và bê tông ứng suất trước.

- Và dĩ nhiên, cả cuốn Larousse.

- Và cuốn tóm tắt của Degrémont, bàn về các vấn đề nước.

Cũng giống như các nhà luật gia có cuốn sách Dalloz, hoặc sách về y học có cuốn của Vidal.

Nhiều năm sau, do cuộc sống thôi thúc, tôi ở tình thế cần phải đưa ra cuốn sổ tay kỹ thuật Dergémont hoàn toàn được biên soạn lại nhằm phục vụ các khách hàng của chúng tôi (những tập đoàn quốc doanh và công nghiệp), các kĩ sư tư vấn, các sinh viên và chính các cộng tác viên của chung tôi.

* * *

Quả vậy, một việc biên soạn lại là rất cần thiết.

40.000 cuốn được xuất bản ở Pháp năm 1978, tức là lần xuất bản thứ 8 số sách này cũng như các bản dịch ra 6 ngôn ngữ khác nhau đã được tiêu thụ hết sạch. Để có một lượng sách mới được xuất bản mà chỉ trông mong vào nhà in là một sự lười biếng.

Bởi vì thập kỷ qua đã được đánh dấu bởi những tiến bộ đáng kể:

- Dưới sự ảnh hưởng của những người tiêu thụ, của công chúng, do hệ quả yêu cầu của con người, những con người này mong đợi những tiến bộ không ngừng và họ đã đạt được những tiến bộ ấy.

- Về Công ty Degrémont, do tác động của sự gắn bó ngày càng tăng tiến với công ty mẹ là công ty nước Lion.

Sự hợp đồng tương tác, theo thoả thuận trong lĩnh vực nghiên cứu và lĩnh vực hoạt động quốc tế làm cho Công ty Degrémont tiếp xúc dễ dàng hơn những màng siêu lọc đặc biệt, hoặc những công trình công

http://tieulun.hopto.org

nghệ sinh học Nhật Bản, hoặc với những thị trường về chất xám nhân tạo và những hệ thông tinh xảo.

Độc giả sẽ tìm thấy tác động của những vấn đề trên trong dạng mới của cuốn sổ tay gồm hai tập. Tập đầu, tập hợp giới thiệu những phương pháp xử lý và những dữ kiện cơ sở can thiết thường xuyên nhất. Tập hai, dành cho sự thực hiện: máy móc, dây chuyền xử lý, đồ án lắp đặt.

Đôi khi tôi được nhận xét một cách thiên chí rằng công ty Degrémont, qua sổ tay của mình đã nói quá nhiều vấn đề, do đó mà khêu gợi nên những sư cạnh tranh hoặc công khai, hoặc dữ dằn. Nhận xét trên là có cơ sở. Tuy nhiên công ty của chúng tôi tin ở bản thân mình, tin vào sức mạnh cách tân va đổi mới không ngừng sức mạnh này có tính chất đi trước nên nó tạo ra sự khác biệt. Hơn nữa, vượt xa hơn sự bảo vệ các bản quyền, một cuốn sách du chi tiết đến đâu cũng không thể tạo ra sự xác lập. Bất quá, nếu như người ta thư làm thì người ta chỉ làm ra được một vật thay thế. Nhiều trạm nước khác nhau đã được xây dựng theo cách này, không một trạm nước nào hoạt động có hiệu quả, nèu không đưa vào đó một loạt các chi tiết nảy sinh từ 50 năm kinh nghiệm và được thực hiện bởi những đội ngũ chuyển giao cho nhau tài nghệ thủ thuật. Tôi đã gợi ý cho công chúng miền Viễn Đông, rõ ràng là thích thú, quan tâm đến việc tái bản cuốn sách này "Dù bạn đã có cây đàn Violon, bạn cũng không nên lãng quên cái vĩ". Sau đó không lâu, tôi nhận được những đơn đặt hàng quan trọng, điều này khiến tôi ước lượng được rằng lời tôi nói đã được nghe theo.

Tóm lại lần xuất bản cuôn sổ tay kỹ thuật này là lần thứ 9, là lần xuất bản nhân kỷ niệm 50 năm thanh lập nhà xuất bản, không sợ là mình tiết lộ các tri thức, cũng như là trong việc tiết lô các kiến thức chuyên môn. Đó cũng là mục tiêu, là đạo đức của sach.

* * *

Tôi phải nói thêm rằng công tỵ của chung tôi là người hình thanh những khái niệm, là kĩ sư thiết kế tổng hợp, người xây dựng đã làm phong phú vốn hiểu biết của mình, thêm một chiều kich cho người khai thác và người cung cấp các dịch vụ cho ban thân công ty hoặc

http://tieulun.hopto.org

công ty nước Lyon tác động, sự ràng buộc cho phép đối chiếu thường xuyên giữa những ý kiến nảy sinh trong phòng thí nghiệm của chúng tôi, các phòng nghiên cứu và những đòi hỏi do sự vận hành hằng ngày của các chương trình cụ thể, sau khi Công ty Degrémont tán thành những đảm bảo về vấn đề xử lý.

Việc đối chiếu này tạo ra sự bảo đảm tốt nhất cho một đồ án thiết kế tổng hợp chất lượng cao.

Hơn nữa Công ty Degrémont tiếp xúc trực tiếp và thường xuyên với các trào lưu kỹ thuật khác nhau, với những mối quan tâm mới của các đơn vị phụ trách công cộng và công nghiệp, sự tiếp xúc này có được nhờ vô số chi nhánh của công ty ở nước ngoài, nhờ ban điều hành các miền tại Pháp, nhờ những chương trình thực hiện ở hơn 100 quốc gia. Như vậy tiềm năng của chúng tôi luôn luôn được cập nhật và được trau dồi để phục vụ cho môi trường và người tiêu dùng nước dưới mọi hình thức.

* * *

Đây không phải là cuốn sách có tính chất hàn lâm hay thông thái theo nghĩa các thầy thuốc của Molière, hơi trong một nghề nghiệp gay go như thế này cần thường xuyên khiêm tốn và tỉnh táo. Cũng không phải là bách khoa toàn thư đòi hỏi phải phát triển rộng ra hơn nữa. Sổ tay kỹ thuật này chỉ có nguyện vọng giúp ích đối với tất cả những ai đã va chạm với các vấn đề thực tiễn về xử lý nước.

Tôi chúc bạn đọc sử dụng hiệu quả cuốn sách này, cũng như tôi muốn bày tỏ với họ sự tận tâm của đại gia đình Degrémont.

Tháng 7 năm 1989
Jean Louis BRAULT

http://tieulun.hopto.org



Ký hợp đồng về lắp đặt trạm nước sạch tại Xian (Trung Quốc), ngày 25 tháng 2 năm 1988 với sự có mặt của các ông MM. LE BAI CHENG, SONG JE, Jean Louis BRAULT và Jérôme MONOD.

http://tieulun.hopto.org

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU CHỮ ĐẦU VÀ CÁC TỪ VIẾT TẮT CHỦ YẾU

(Không kể các ký hiệu hóa học, các đơn vị đo lường, các cách gọi tên thương mại của các phương pháp và sản phẩm)

AA	Hấp thụ nguyên tử
ABS	Ankyl benzene Sulfonat và acrylic Butadiene xtiren
AC	Dòng điện xoay chiều
AD	Sau khi lắng (hai giờ)
ADI	Liều lượng gộp vào có thể chấp nhận mỗi ngày
AND	Axit desosyribonucleic
ADP	Adenozin điphophat
Af	Chất trao đổi anion kiềm yếu
AF	Chất trao đổi anion kiềm mạnh
AFNOR	Hiệp hội tiêu chuẩn hóa của Pháp
AGMA	Hiệp hội các nhà sản xuất thiết bị Mỹ
AGV	Axit béo dễ bay hơi
AMP	Adenozin monophophat và axit aminotrimethyl photphoric
APAVE	Hiệp hội các chủ sở hữu máy hơi nước
API	Thiết bị tự động lập trình công nghiệp và Viện dầu lửa Mỹ
ARN	Axit ribonucleic
ASPEC	Hiệp hội phòng chống và nghiên cứu ô nhiễm
ASTM	Tiêu chuẩn thí nghiệm Mỹ
AWWA	Hiệp hội công trình cấp nước Mỹ
BA	Bùn hoạt tính
BP	Áp suất thấp
BR	Bùn tái tuần hoàn
BSI	Viện tiêu chuẩn hóa Anh
BTX	Benzen, toluene, xylem
CAG	Than hoạt tính dạng hạt
CAP.OX	Khả năng xử lý bằng oxy
CE	Cột nước, cộng đồng châu Âu
CEB	Công ty nước ngoại ô Paris
CEE	Cộng đồng kinh tế châu Âu
CEMAGREP	Trung tâm nghiên cứu sử dụng máy nông nghiệp của ngành xây dựng nông thôn, nước và rừng

http://tieulun.hopto.org

CF	Chất trao đổi cation axit mạnh
CG	Phép sắc ký khí
CLSA	Phân tích bằng lọc bọ phân hơi bốc trong chu trình kín
Cm	Khối điện tích
CMA	Nồng độ tối đa có thể cho phép
COA	Cacbon hữu cơ đồng hóa
CONCAWE	Tổ chức các công ty dầu lửa châu Âu bảo vệ môi trường và sức khoẻ
COT	Cacbon hữu cơ toàn phần
CST	Sự hút mao dẫn theo thời gian
CTMP	Nghiền cơ nhiệt hóa
CU	Hệ số đồng đều
Cv	Điện tích khối
DAAP	Dimetil amin với 4 antipiri
DAF	Tuyển nổi bằng không khí hòa tan
BOD	Nhu cầu oxy sinh hóa
DC	Dòng điện một chiều
COD	Nhu cầu oxy hóa học
DDT	Dicloro dipheni triclorua êtan
DEA	Dietanolamin
D_h	Đường kính thủy lực
DNB	Dinitronezen
EB	Nước thô
Cf	Chất trao đổi cation axit yếu
EBCT	Thời gian tiếp xúc trong chân không
ECB	Máy đo hút điện tử
ECI	Trao đổi ion liên tục
ECS	Nước đun hợp vệ sinh
EDF	Điện lực Pháp
EDR	Điện thẩm tác phân cực ngược
EDTA	Axit etyen diamin axetic
E_H	Thế năng oxy hóa khử
EI	Nước công nghiệp
EL	Nước rửa
ELG	Nước để rửa khí
EP	Nước sạch uống được
ER	Nước thải
ERI	Nước thải công nghiệp
ERU	Nước thải đô thị
E/S	Nước cung cấp. nước thải
ET	Nước đã qua xử lý
FA	Nước hợp vệ sinh ở Pháp
FAD	Tuyển nổi bằng không khí hòa tan
FC	Hệ số nồng độ
FD	Hệ số khử nhiễm
FI	Chỉ số bít kín
FID	Máy dò sự ion hóa

http://tieulun.hopto.org

	ngọn lửa
GTC	Quản lý kỹ thuật tập trung
HC	Hydrocacbua
HCH	Hexacloruahexa
HEPT	Chiều cao tương đương với mặt bằng lý thuyết
NSSCP	Cặn sunphát bán hóa học trung tính
HF	Lò cao
NTK	Đạm Kjeldahl
HMP	Hexametaphotphat
NTU	Đơn vị nephelometi của độ đục
HP	Áp suất cao
OI	Thẩm thấu ngược
HPA	Hydrocacbua polyxilic thơm
OM	Rác của các hộ gia đình
HPLC	Sắc ký trong pha lỏng áp suất cao
OMS	Tổ chức y tế thế giới
HUT	Chiều cao của đơn vị vận chuyển
PA	Công suất tác động
IAA	Công nghiệp thực phẩm
PCBA	Polyclorua kiềm và nhôm
IC	Sắc kế ion
PCI	Khả năng phát nhiệt thấp
ICP	Phép trắc quang kế mắc plasma cảm ứng
PCS	Khả năng phát nhiệt cao
IM	Chỉ số Mohlman
PCT	Polycloruatriphenil
ISO	Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế
PCV	Polyclorua vinil
LAS	Laurin ankyl sunfat
PEBD	Tỷ trọng polyetilen thấp
LC	Hệ thống tự chứa
PEHD	Tỷ trọng polyetilen cao
LE	Công ty nước Lyon
pH	Thế năng hydro
LM	Lớp hỗn hợp
PHB	Polyhydro butyrat
MAO	Máy tính trợ giúp bảo dưỡng	O	Đường kính
MES	Chất huyền phù	PID	Khâu tỉ lệ với tích phân đạo hàm

http://tieulun.hopto.org

MF	Tần số trung bình và vi lọc
MO	Các chất hữu cơ
MS	Các chất thô
MV	Các chất bay hơi
NCPI	Ủy ban quốc gia về công nghiệp
NET	Số lần vận chuyển
NF	Máy lọc ngăn
NG	Cấp độ hướng dẫn
NGL	Nitơ toàn phần
Rh	Bán kính thủy lực
RMN	Sự cộng hưởng từ
SAF	Muối các axit mạnh
SAGEP	Công ty quản lý nước của Pari
SCD	Phát hiện dòng điện dò
SDE	Chiết nước bằng chưng cất hơi nước
SEC	Chất có thể lấy ra dưới dạng clo
SI	Hệ thống đo lường quốc tế
SIAAP	Công ty liên tỉnh vệ sinh vùng Pari
SM	Quang phổ chất
ST	Độ muối toàn phần
STU	Công ty kĩ thuật đô thị
TA	Độ chuẩn đo kiềm
TAC	Độ chuẩn đo kiềm đầy đủ
PN	Áp lực biểu kiến
ppm	Phần triệu
PS	Vượt quá lượng nước
PR	Công suất phản ứng
PTFE	Polytétrafluoruaetilen
PVDF	Polyfluorua vinil
PWR	Bình phản ứng điều áp nước
RAS	Tỷ lệ hấp thụ natri
RBC	Vật thể tiếp xúc sinh học quay vòng
rH	Khả năng ôxy hóa khử
SVI	Chỉ số Mohlman
TCa	Độ chuẩn canxi
TE	Kích thước hiệu dụng
TEN	Kích thước hiệu dụng định mức
TH	Độ chuẩn thủy lực
THCa	Độ chuẩn canxi
THM	Trihalométan
THMg	xem TMg
TMg	Độ chuẩn Mg
TMP	Nghiền cơ nhiệt
TOR	Hai trạng thái
UF	Siêu lọc
UV	Tia ngoại tử
VAR	Vol -ampe phản kháng

http://tieulun.hopto.org

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1 CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA NƯỚC 1

KHÁI QUÁT 1

1. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA NƯỚC 2

1.1. Ba trạng thái của nước 2

1.2. Tính chất vật lý 3

1.2.1. Tỷ khối 3

1.2.2. Tính chất nhiệt 3

1.2.3. Độ nhớt 4

1.2.4. Sức căng bề mặt 4

1.2.5. Áp suất thẩm thấu 5

1.2.6. Tính dẫn điện 5

1.2.7. Tính chất quang học 5

1.3. Trạng thái của các tạp chất trong nước 6

2. TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA NƯỚC 7

2.1. Nước là một dung môi 7

2.1.1. Độ hoà tan của các pha khác nhau 8

2.1.2. Sự tạo tính thấm nước 8

2.1.3. Nồng độ và hoạt tính 9

2.2. Ion hóa 10

2.3. Quá trình ôxy hoá - khử 13

3. TÍNH CHẤT SINH HỌC CỦA NƯỚC 14

3.1. Nước và trao đổi chất của tế bào 14

3.2. Nước, môi trường sống của vi khuẩn 16

3.3. Các chất dinh dưỡng 17

3.3.1. Chất nền chứa cacbon 17

3.3.2. Nitơ, photpho và nguyên tố vi lượng 18

4. THUẬT NGỮ VỀ KỸ THUẬT NƯỚC 18

http://tieulun.hopto.org

CHƯƠNG 2 LOẠI NƯỚC NÀO CẦN PHẢI XỬ LÝ ? TẠI SAO ?..... 23

1. NƯỚC THIÊN NHIÊN..... 23

1.1. Nước ngầm 24

1.1.1. Nguồn gốc..... 24

1.1.2. Các đặc tính chung. 24

1.1.3. Nước uống được..... 24

1.1.4. Nước khoáng và nước phun trào (suối)..... 25

1.2. Nước mặt 25

1.2.1. Nguồn gốc. 25

1.2.2. Đặc tính chung..... 26

1.2.3. Tính uống được của nước mặt..... 27

1.3. Nước biển và nước lợ 28

1.4. Chu trình nitơ. 29

1.5. Vi khuẩn tác động vào chu trình lưu huỳnh 30

1.6. Tác dụng ôxi hoá khử của vi khuẩn đối với sắt và mangan 31

1.7. Sự phú dưỡng hoá 33

1.7.1. Sự phú dưỡng hoá các ao hồ..... 33

1.7.2. Trường hợp các sông, chỉ số sinh học..... 34

1.8. Độ phóng xạ..... 35

1.8.1. Phóng xạ tự nhiên. 35

1.8.2. Phóng xạ nhân tạo..... 35

2. NƯỚC SINH HOẠT..... 36

2.1. Số lượng nước cần thiết..... 36

2.2. Tại sao phải xử lý nước? 38

2.3. Các chỉ tiêu để chọn 38

2.4. Nhiễm bẩn sinh học 39

2.4.1. Vi khuẩn và vi rút..... 39

2.4.2. Các loại vi sinh khác nhau: thực và động vật nổi..... 39

http://tieulun.hopto.org

2.5. *Tạp chất vô cơ* 39
2.5.1. Tạp chất không gây tác hại cho sức khoẻ 40
2.5.2. Tạp chất có hại cho sức khoẻ 41
2.6. *Tạp chất hữu cơ* 42
2.6.1. Các tham số tổng quát 43
2.6.2. Thuốc trừ sâu và các chất điều chỉnh sự phát triển của thực vật 44
2.6.3. Hợp chất halogen 44
2.6.4. Dung môi chứa clo 44
2.6.5. Phênol và các chất dẫn xuất 44
2.6.6. Hidrocacbua 45
2.6.7. Chất thơm có nhiều vòng hydrocacbua (HPA) 45
2.6.8. Polyclobiphênyn (PCB) 45
2.6.9. Chất tẩy 46
2.7. *Sự phóng xạ* 47
2.8. *Sự ô nhiễm phụ* 47
2.8.1. Tạp chất do các chất phản ứng 48
2.8.2. Tạp chất do phản ứng của chất phản ứng với các chất hữu cơ của nước 48
2.9. *Ô nhiễm ngoại sinh* 50
3. NƯỚC DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP 50
3.1. *Sử dụng nước và chất lượng yêu cầu* 50
3.1.1. Chức năng cơ bản của nước trong công nghiệp 51
3.1.2. Tuần hoàn kín không làm biến chất nước 51
3.1.3. Tuần hoàn kín nước có biến chất 52
3.1.4. Sử dụng lại nước 53
3.1.5. Chọn nguồn nước 53
3.2. *Nước trong các nồi hơi* 55
3.2.1. Chu trình nước trong nồi hơi 55

http://tieulun.hopto.org

3.2.2. Trường hợp nhà máy điện nguyên tử và nồi hơi tuần hoàn cưỡng chế. 56
3.2.3. Các nhược điểm gây ra do tạp chất trong nước..... 56
3.2.4. Các đặc tính cần phải duy trì cho nước của nồi hơi..... 57
3.3.5. Nồi hơi áp suất cao hoặc dòng nhiệt năng cao 59
3.3.6. Các nhà máy điện nguyên tử dùng nước chịu áp suất *(REP hoặc PWR)*..... 60
3.3. Chu trình làm lạnh..... 63
3.3.1. Cấu trúc của các chu trình..... 63
3.3.2. Chu trình nửa hở..... 63
3.3.3 Những khó khăn vốn có của chu trình lạnh..... 68
3.3.4. Số lượng nước sử dụng..... 69
3.4. Nước sản xuất 69
3.4.1 Nước để sản xuất bia và đồ uống có gaz..... 69
3.4.2. Công nghiệp sữa..... ... 71
3.4.3. Nhà máy đường và tinh thể đường..... 71
3.4.4. Nhà máy đồ hộp rau và hoa quả..... 72
3.4.5. Công nghiệp dệt..... 73
3.4.6. Bột làm giấy và nhà máy giấy..... . 73
3.4.7. Thu hồi dầu mỏ lần thứ hai 74
3.4.8. Nhà máy luyện thép..... 75
3.4.9. Luyện đồng..... ... 77
3.4.10. Công nghiệp ôtô và hàng không..... . 77
3.4.11. Quá trình sản xuất dùng nước siêu sạch..... . 78
3.4.12. Sản xuất clo..... ... 78
3.4.13. Thuỷ luyện..... 79
4. NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ..... 80
4.1. Nguồn gốc và phương thức thu gom..... 80

http://tieulun.hopto.org

4.2. Lưu lượng nước đưa đi xử lý 82
4.2.1. Nước thải 82
4.2.2. Nước mưa 83
4.3. Đánh giá ô nhiễm 83
4.3.1. Huyền phù (MES) 83
4.3.2. Ô nhiễm hữu cơ chứa các bon 84
4.3.3. Các thành phần khác 85
4.3.4. Tác nhân gây bệnh 86
4.3.5. Điện thế ôxy hoá khử-Tính nhiễm khuẩn 86
4.3.6. Các chất cặn thải 87
4.3.7. Các đinh ô nhiễm 88
4.4. Mục tiêu xử lý và yêu cầu chất lượng 88
4.5. Sử dụng lại nước thải 90
4.5.1. Sử dụng trong nông nghiệp 90
4.5.2. Sử dụng trong công nghiệp 92
4.5.3. Nước dùng ở nhà và đô thị 92
5. NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP 93
5.1. Các dạng của nước thải 93
5.1.1. Nguồn gốc chất thải 93
5.1.2. Đặc tính chung của chất thải 94
5.1.3. Các thông số đặc trưng ô nhiễm 95
5.2. Tiêu chuẩn thải 96
5.3. Kỹ thuật làm sạch của nước tuần hoàn 97
5.3.1. Tuần hoàn lại 98
5.3.2. Kỹ thuật làm sạch 98
5.4 Công nghiệp thực phẩm 99
5.4.1. Chuồng lợn 100
5.4.2. Lò mổ và công nghiệp phụ 100
5.4.3. Công nghiệp sữa 103

http://tieulun.hopto.org

5.4.4. Nhà máy bia 104
5.4.5. Công nghiệp chế biến khoai tây-Nhà máy làm tinh bột 105
5.4.6. Công nghiệp chế biến tinh bột 105
5.4.7. Nước thải trong các xí nghiệp chế biến thực phẩm 106
5.5. Công nghiệp dệt 107
5.5.1. Làm sạch và chải len 107
5.5.2. Xử lý sơ bộ trước khi hoàn tất 107
5.5.3. Hoàn tất 108
5.5.4. Công nghiệp giặt là 108
5.6. Công nghiệp làm bột và nhà máy giấy 109
5.6.1. Sản xuất bột giấy 110
5.6.2. Sản xuất giấy và bìa cacton 112
5.7. Công nghiệp dầu mỏ 114
5.7.1. Sản xuất dầu mỏ 114
5.7.2. Vận chuyển dầu thô và các sản phẩm lọc 114
5.7.3. Nhà máy lọc dầu 114
5.7.4. Hoá dầu 116
5.8. Công nghiệp luyện gang thép 119
5.8.1. Luyện cốc 119
5.8.2. Tẩy gỉ 119
5.8.3. Làm sạch khí 119
5.8.4. Cán mỏng 119
5.9. Công nghiệp ôtô và hàng không 121
5.10. Công nghiệp xử lý bề mặt 122
5.10.1. Điều kiện thải 125
5.10.2. Biện pháp phòng ngừa 126
5.10.3. Thu hồi phế thải 126
5.11. Chất lỏng chứa nước 127

http://tieulun.hopto.org

5.12. Năng lượng 128
5.13. Luyện kim và thuỷ luyện 129
5.14 Công nghiệp hoá chất 129
5.15. Các ngành công nghiệp khác 130
6. BÙN 131
6.1. Phân loại 132
6.2. Bản chất của bùn 136
6.2.1. Các yếu tố đặc trưng bản chất của bùn 137
6.2.2. Các yếu tố đặc trưng cấu tạo của bùn 137
6.2.3. Các yếu tố đặc trưng tính chất của bùn trong quá trình khử nước 138
6.3 Sản lượng bùn 138
6.4. Xử lý bùn và sản phẩm cuối cùng 139
6.4.1. Cải tạo đất 139
6.4.2. Thu hồi sản phẩm 141
6.4.3. Thu hồi năng lượng 142
6.4.4. Thải bùn 142
6.4.5. Thải ra biển 143
6.4.6. Bơm xuống lòng đất 143

CHƯƠNG 3 **CÁC QUÁ TRÌNH CƠ BẢN CỦA KỸ THUẬT XỬ LÝ NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP HOÁ LÝ** 145

I. KEO TỤ - KẾT BÔNG 145
1.1. Khái quát chung 145
1.1.1. Cặn lơ lửng và chất keo 145
1.1.2. Loại bỏ huyền phù dạng keo 146
1.1.3. Các giai đoạn keo tụ 149
1.1.4. Chất làm keo tụ 151
1.1.5. Chất trợ kết bông 152
1.2. Các chất phản ứng 152

http://tieulun.hopto.org

1.2.1. Chất làm keo tụ vô cơ 152
1.2.2. Chất phụ gia kết bông "tự nhiên" 157
1.2.3. Các chất đông tụ hữu cơ tổng hợp 158
1.2.4. Kết bông tiếp xúc với các hạt rắn 160
1.3. Kết bông tiếp xúc với bùn 161
1.3.1. Hồi lưu bùn 162
1.3.2. Lớp cặn lơ lửng 163
1.4. Trường hợp tạo nhũ đặc biệt 163
2. KẾT TỦA HOÁ HỌC 164
2.1. Khử canxi và magiê 164
2.1.1. Các phương pháp chính 164
2.1.2. Tính và kiểm tra kết tủa (Thu được TAC cực tiểu) 166
2.2. Kết tủa silic 167
2.2.1. Khử silic bằng Mg II 167
2.2.2. Khử silic bằng aluminat natri 168
2.2.3. Khử silic bằng clorua sắt III 168
2.2.4. Keo silic 169
2.3. Kết tủa kim loại 169
2.4. Các loại kết tủa khác 170
2.4.1. Sunphat 170
2.4.2. Fluorua 170
2.4.3. Phốtphat 172
2.5. Ức chế kết tủa 173
2.5.1. Ức chế tự nhiên 173
2.5.2. Ức chế sự phân tán 174
3. LẮNG GẠN 177
3.1. Các loại lắng khác nhau 177
3.1.1. Lắng các hạt riêng rẽ 177

http://tieulun.hopto.org

3.1.2. Lắng các hạt kết bông 181
3.1.3. Sự lắng hạn chế của bông cặn 182
3.2. Tính toán thiết bị lắng 184
3.2.1. Ảnh hưởng của tải trọng thủy lực bề mặt 184
3.2.2. Ảnh hưởng của tải trọng cặn 185
3.2.3. Cấu trúc của bể lắng 186
3.3. Lắng lớp mỏng (LAMELLAE) 187
3.3.1. Nguyên lý 187
3.3.2. Khái quát 188
3.3.3. Nghiên cứu lý thuyết 190
3.3.4. Ứng dụng thực tế 191
3.3.5. Kết luận 192
4. TUYỂN NỔI 192
4.1. Tính nổi và tốc độ nổi 192
4.1.1. Khái quát 192
4.1.2. Kích thước và tốc độ các bọt khí 193
4.1.3. Sự mắc nối hạt vào bọt khí 194
4.2. Tuyển nổi tự nhiên và tuyển nổi có hỗ trợ 195
4.2.1. Tuyển nổi tự nhiên 195
4.2.2. Tuyển nổi có hỗ trợ 196
4.3. Tuyển nổi cơ học và tuyển nổi bằng bọt khí 196
4.4. Tuyển nổi bằng bọt khí nhỏ 197
4.4.1. Cách tạo các bọt nhỏ 197
4.4.2. Lĩnh vực áp dụng 198
5. LỌC 199
5.1. Phương trình cơ bản 199
5.1.1. Định luật tổng quát 199
5.1.2. Lọc chất lỏng đục với sự hình thành lớp màng lọc 199
5.2. Khái quát 200

http://tieulun.hopto.org

5.2.1. Cơ chế lọc 201
5.2.2. Sự tắc nghẽn và rửa vật liệu lọc 202
5.2.3. Lựa chọn phương pháp lọc 202
5.3. Lọc trên các thiết bị có giá đỡ 202
5.3.1. Rây và rây mịn 203
5.3.2. Lọc qua ống và ống xốp 204
5.3.3. Lọc trên giá đỡ có phủ trước lớp lọc 207
5.4. Lọc trên lớp vật liệu hạt 208
5.4.1. Nguyên lý và kiểm tra 208
5.4.2. Môi trường các lỗ rỗng 212
5.4.3. Thau rửa môi trường lọc 216
5.4.4. Lọc chậm và lọc nhanh 219
5.4.5. Chiêu lọc 220
6. LẮNG LY TÂM 221
6.1. Định nghĩa 221
6.2. Phạm vi sử dụng trong xử lý nước 221
6.3. Khả năng ly tâm của bùn thải 223
6.4. Máy ly tâm liên tục 224
6.4.1. Hệ thống dòng chảy cùng chiều hay ngược chiều 225
6.4.2. Góc côn 226
6.4.3. Các tham số khác 226
7. TẠO TẦNG SÔI (HÓA LỎNG) 228
8. ĐIỆN PHÂN 230
8.1. Các nguyên lý cơ bản - định nghĩa 230
8.1.1. Hệ thức Nernst 230
8.1.2. Điện áp điện phân 231
8.1.3. Định luật Faraday 231
8.2. Ứng dụng công nghiệp 232

http://tieulun.hopto.org

8.2.1. Điện giải đếm sản xuất Hypoclorit-natơri 232
8.2.2. Sự đông tụ bằng điện 233
8.2.3. Ứng dụng khác 233
9. TÁCH LOẠI BẰNG MÀNG 233
9.1. Khái quát 234
9.1.1. Cấu trúc của màng 234
9.1.2. Cơ chế chuyển dịch qua màng mỏng 235
9.2. Màng bán thẩm thấu (hay màng lọc) 236
9.2.1. Thẩm thấu ngược (RO) 236
9.2.2. Màng lọc nano 241
9.2.3. Màng siêu lọc (U.F.) 242
9.2.4. Màng vi lọc (M.F.) 243
9.3. Phương pháp lọc thấm 244
9.3.1. Lọc thấm khí 244
9.3.2. Thấm lọc hơi nước qua màng 244
9.3.3. Chưng cất trên màng 244
9.4 Màng thẩm tách 245
9.4.1. Sự thẩm tách dưới áp lực (Gradien áp suất) 245
9.4.2. Thẩm tách đơn giản (Gradien thế hoá học) 245
9.4.3. Thẩm tách điện (Gradien điện trường) 246
10. HẤP PHỤ 248
10.1. Cơ chế hấp phụ 248
10.2. Những chất hấp phụ chính 250
10.2.1. Than hoạt tính 250
10.2.2. Các chất hấp phụ khác 251
10.3. Các nguyên tắc sử dụng than hoạt tính 252
10.3.1. Bột than hoạt tính 252
10.3.2. Than hoạt tính dạng hạt 253
11. TRAO ĐỔI ION 256

http://tieulun.hopto.org

11.1. Khái quát 256
11.1.1. Nguyên lý 256
11.1.2. Phản ứng trao đổi ion 258
11.1.3. Các phương pháp tái sinh 261
11.1.4. Từ vựng trao đổi ion 263
11.2. Những dạng hạt chính trao đổi ion 264
11.2.1. Đặc tính của trao đổi ion 264
11.2.2. Trao đổi cation 265
11.2.3. Trao đổi anion 266
11.2.4. Giới thiệu một số dữ liệu 268
11.2.5. Nhựa hấp phụ và nhựa đặc biệt 268
11.3. Kỹ thuật truyền thống 270
11.3.1. Khái quát 270
11.3.2. Làm mềm nước 271
11.3.3. Loại bỏ cacbonat 271
11.3.4. Khử chất khoáng 273
11.4. Nguyên tắc tính toán một hệ thống loại bỏ khoáng chất. 278
11.5. Kiểm tra và bảo dưỡng một thiết bị loại bỏ khoáng chất. 278
11.5.1. Kiểm tra việc xử lý 278
11.5.2. Khử trùng các lớp nhựa 279
11.5.3. Lưu trữ nhựa trao đổi ion 279
12. OXY HOÁ - KHỬ 280
12.1. Nguyên lý thế oxy hoá khử 280
12.2. Mục đích 282
12.3. Những kỹ thuật oxy hoá chủ yếu 283
12.3.1. Oxy hóa bằng phương pháp vật lý 283
12.3.2. Oxy hóa bằng phương pháp hóa học 283
12.3.3. Ứng dụng 288

http://tieulun.hopto.org

12.4 Khử bằng hoá học 291
12.4.1. Khử oxy bằng hoá học 292
12.4.2. Khử crom hoá trị 6 292
12.4.3. Khử clo dư trong việc khử trùng của nước 292
13. TRUNG HÒA - KHÁNG HÓA 293
13.1. Cân bằng canxi-cacbonic 294
13.1.1. Nghiên cứu tổng quát về cân bằng. Khái niệm tính xâm thực và ăn mòn 294
13.1.2. Phương pháp tính độ xâm thực bằng đồ thị 296
13.2 Làm cân bằng calco-cacbonic 303
13.2.1. Các chất phản ứng 303
13.2.2. Lọc qua các sản phẩm kiềm thổ 305
13.2.3. Tiêu thụ chất phản ứng để hiệu chỉnh độ axit 306
13.3. Tạo lại độ khoáng chất (khoáng hóa) 306
13.3.1. Mục đích 306
13.3.2. Quy trình áp dụng 307
14. TRAO ĐỔI KHÍ-LỎNG 309
14.1. Cơ sở lý thuyết của trao đổi khí/lỏng 309
14.2 Sự hoà tan khí (hấp thụ) 310
14.3. Tách khí (phản hấp thụ) 311
15. TRÍCH LY CHẤT LỎNG / CHẤT LỎNG 312

CHƯƠNG 4 **CÁC QUÁ TRÌNH SINH HỌC CƠ BẢN TRONG XỬ LÝ NƯỚC** 315

1. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG 315
1.1 Sự sinh trưởng của vi khuẩn 315
1.2. Mô hình sự sinh trưởng vi khuẩn 317
1.3 Hoạt tính của sinh khối vi khuẩn 318
1.4. Sự loại bỏ chất nền 318

http://tieulun.hopto.org

1.5. Vi khuẩn hiếu khí, vi khuẩn kị khí 319
1.6. Độ độc hại, sự ức chế 319
1.7. Tính chất của các bể phản ứng sinh học 320
1.7.1. Sự sinh trưởng lơ lửng và sinh trưởng trên giá thể .. 320
1.7.2. Sự phân tán và thời gian lưu nước 321
1.8. Các đặc tính của chất nền 323
1.8.1. Sự ô nhiễm các chất hữu cơ chứa cácbon 323
1.8.2. Sự ô nhiễm nitơ 324
1.8.3. Sự ô nhiễm phốtpho 324
1.9. Sự ô nhiễm và môi trường tiếp nhận nước thải, lợi ích của mô hình hoá 324
1.10. Triển vọng của phương pháp sinh học 325
2. SINH TRƯỞNG CỦA VI KHUẨN HIẾU KHÍ 326
2.1. Sự sinh trưởng lơ lửng (bùn hoạt tính) 326
2.1.1. Định nghĩa 326
2.1.2. Các mối quan hệ cơ bản để khử ô nhiễm cacbon hữu cơ .. 327
2.1.3. Quá trình nitrat hoá và khử nitrat hoá 334
2.1.4. Quá trình khử photpho bằng sinh học 339
2.1.5. Sự ổn định hiếu khí 341
2.2. Sinh trưởng bám dính 343
2.2.1. Màng sinh học 343
2.2.2. Lớp lọc nhỏ giọt 343
2.2.3. Bể lọc với lớp vật liệu hạt 349
2.2.4. Các hệ thống khác 351
3. SINH TRƯỞNG CỦA VI KHUẨN KỊ KHÍ 353
3.1. Sinh hoá và sinh học của quá trình sinh sản metanon .. 353
3.2. Đặc điểm của vi khuẩn tạo metan 355
3.3. Các thông số đặc trưng cho sự phân huỷ kị khí 356

http://tieulun.hopto.org

3.3.1. Khí sinh học 356
3.3.2. Việc sản sinh bùn 356
3.4. Ứng dụng 356
3.4.1. Sinh trưởng lơ lửng 356
3.4.2. Sinh trưởng gắn kết 358
4. DÙNG MÁNG ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI 359
5. CÁC QUÁ TRÌNH TRÊN CÔNG TRÌNH CÓ BỀ MẶT LỚN 359
5.1. Các kiểu hồ sinh học 359
5.1.1. Hồ tự nhiên (hiếu khí) 359
5.1.2. Hồ có sục khí 360
5.1.3. Hồ kị khí 361
5.2 Năng suất và thiết kế 361
5.2.1. Hồ tự nhiên 362
5.2.2. Hồ có làm thoáng nhân tạo 362
5.2.3. Hồ kị khí 363
5.3. Thiết kế xây dựng, bảo dưỡng các hồ sinh học 363
5.4. Dùng đất để làm sạch nước 364

CHƯƠNG **5** **CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN PHÂN TÍCH**

1. KHÁI QUÁT 369
1.1. Độ chính xác 369
1.2. Phân tích trong phòng thí nghiệm và phân tích tại hiện trường 370
1.3 Vi tính hoá phòng thí nghiệm 370
2. LẤY MẪU 371
2.1. Cách lấy mẫu 371
2.1.1. Lấy mẫu tức thời 371
2.1.2. Lấy mẫu định kỳ 371
2.1.3. Lấy mẫu với nồng độ có đặc 372
2.2. Bảo quản mẫu để phân tích 373

http://tieulun.hopto.org

3. PHÂN TÍCH 375
3.1 Phân tích tại hiện trường 375
3.1.1. Phương pháp đo điện thế 375
3.1.2. Phương pháp so màu 375
3.1.3. Phương pháp thể tích 375
3.2. Phân tích tại phòng thí nghiệm 376
3.2.1. Cô đặc mẫu 376
3.2.2. Mùi vị 376
3.2.3. Đo trọng lượng 376
3.2.4. Đo thể tích 376
3.2.5. Đo độ đục bằng khuếch tán ánh sáng 377
3.2.6. Phép đo dòng điện bằng ampemét 378
3.2.7. Phép đo bằng điện cực 378
3.2.8. Phép đo bằng quang phổ 378
3.2.9. Phép đo bằng huỳnh quang 381
3.2.10. Phép đo sắc ký 381
3.2.11. Phép đo cực phổ 382
3.2.12. Phép đo quang phổ chất (SM) 382
3.2.13. Phép đo độ phóng xạ 383
3.2.14. Kỹ thuật tổng hợp 383
3.3. Phân tích vi sinh 384
3.3.1. Vi khuẩn học 384
3.3.2. Vi rút học 384
3.3.3. Tảo học 385
3.4. Bảng phân tích khái quát 385
4. NƯỚC SINH HOẠT VÀ NƯỚC SẢN XUẤT 391
4.1. Thử nghiệm khả năng xử lý 391
4.1.1 Nghiên cứu lắng tự nhiên và lắng trong phòng thí nghiệm 391
4.1.2. Nghiên cứu keo tụ và kết bông của nước 391

http://tieulun.hopto.org

4.1.3. Làm mềm nước bằng vôi 397
4.1.4. Xác định nhu cầu chất ôxy hoá 397
4.1.5. Thử nghiệm khử bỏ khí 400
4.1.6. Thử nghiệm khử sắt bằng hoá lý 400
4.2. Đo các tham số tổng quát 401
4.2.1. Chỉ số làm tắc nghẽn 401
4.2.2. Sự đếm hạt 402
4.2.3. Phép thử bằng đá vôi 402
4.3. Trường hợp nước rất ít khoáng chất 403
5. KIỂM NGHIỆM NƯỚC THẢI 404
5.1. Các phân tích đặc biệt 404
5.1.1. BOD -nhu cầu ôxy sinh hoá 404
5.1.2. Nhu cầu ôxy hoá học COD 405
5.1.3. MES- Cặn lơ lửng 405
5.1.4. Thể tích chất lắng được 406
5.1.5. Hiđrôcacbua 406
5.1.6. Nitơ 406
5.1.7. Phôtpho 406
5.1.8. Lưu huỳnh 407
5.1.9. Phép thử màu xanh mêtylen 407
5.1.10. TAC - độ kiềm tổng 408
5.1.11. Kim loại nặng 408
5.1.12. Tính độc hại 408
5.1.13. Chỉ số Mohlman 408
5.2. Thử nghiệm khả năng xử lý 408
5.2.1. Đo sự tiêu thụ ôxy 408
5.2.2. Thử nitrat hoá 409
5.2.3. Phép thử khử nitrat 409
5.2.4. Thử nghiệm trên mô hình 410

http://tieulun.hopto.org

6. KIỂM ĐỊNH BÙN 411
6.1. Cặn lơ lửng(MES) trong bùn lỏng 411
6.1.1. Phương pháp li tâm. 411
6.1.2. Phương pháp lọc 412
6.2. Các chất khô (MS) 412
6.2.1. Chất khô ở 150°C 412
6.2.2. Chất khô ở 175 °C-185°C 412
6.2.3. Tinh cặn khô ở 550°C và các chất bay hơi (MV) 413
6.2.4. Tinh cặn khô ở 900°C 412
6.3. Phương pháp xác định nhanh TAC và tỉ lệ axit bay hơi (AGV) trong bùn lỏng 413
6.3.1. Đo TAC (độ kiềm toàn phần) 413
6.3.2. Đo AGV 413
6.4. Xác định lượng dầu và mỡ 414
6.5. Thử nghiệm khả năng lọc 414
6.5.1. Lọc thử dưới chân không dùng phễu Busê 414
6.5.2. Thử nghiệm khả năng lọc dưới áp suất. 416
6.6. Xác định hệ số nén 417
6.7. Xác định độ khô giới hạn 417
6.8. Phép đo nhiệt trọng lực 417
6.9. Thử nghiệm C.S.T(Thời gian hút do mao dẫn) 417
6.10. Kim loại nặng 419
7. KIỂM NGHIỆM CÁC VẬT LIỆU HẠT VÀ BỘT 419
7.1. Đặc điểm của vật liệu 419
7.1.1. Kích thước hạt của vật liệu lọc 419
7.1.2. Tính vỡ vụn 420
7.1.3. Tổn thất do axit 424
7.1.4. Tỷ khối 424
7.1.5. Độ ẩm 425

http://tieulun.hopto.org

7.2. Nghiên cứu khả năng hấp phụ của than 425
7.2.1. Kích thước của bột than hoạt tính (CAP) 425
7.2.2. Đường hấp phụ đẳng nhiệt 426
7.2.3. Tro của than 427
7.2.4. Chỉ số iot 427
7.2.5. Khả năng khử clo 427
7.3. Các phân tích đặc biệt của nhựa trao đổi ion 428
7.3.1. Kích thước hạt 428
7.3.2. Sự mài mòn 428
7.3.3. Mật độ biểu kiến 429
7.3.4. Năng suất 429
7.3.5. Ô nhiễm nhựa. 429

CHƯƠNG 6 **SINH VẬT TRONG NƯỚC**

1. GIỚI THIỆU CHUNG. 433
2. NGUYÊN TẮC PHÂN LOẠI CÁC SINH VẬT SỐNG..... 434
2.1. Giới vi khuẩn 434
2.2. Giới thực vật..... 434
2.3. Giới động vật..... 441
3. NHẬN DẠNG CÁC VI SINH VẬT NƯỚC. 438
3.1. Các vi sinh vật được chú ý trong sản xuất, phân phối và tiêu dùng 441
3.1.1. Vi sinh vật gây bệnh 441
3.1.2. Nước ngọt là nơi trú ẩn tự nhiên của vi sinh hoạt sinh.... 441
3.2. Các vi sinh liên quan đến làm sạch nước 449
3.2.1. Các vi sinh làm sạch..... 453
3.2.2. Vi thực vật..... 454
3.2.3. Vi động vật... 454

http://tieulun.hopto.org

CHƯƠNG **7**

TÁC ĐỘNG CỦA NƯỚC ĐỐI VỚI VẬT LIỆU 467

1. CƠ CHẾ ĐIỆN HOÁ ĂN MÒN SẮT 467

1.1. Quá trình điện-hoá 467

1.2. Ăn mòn trong môi trường không có ôxy hay ăn mòn do hiđrô 468

1.3. Ăn mòn do ôxy 470

1.3.1. Cơ chế điện-hoá 470

1.3.2. Ăn mòn do các pin điện khác nhau 471

1.4. Kiểm tra và đo độ ăn mòn 471

2. TẠO LỚP BẢO VỆ VÀ THỤ ĐỘNG HOÁ 472

2.1. Tự hình thành các lớp bảo vệ 473

2.1.1. Màng mỏng tillman 473

2.1.2. Lớp màng mỏng manhêtit 474

2.2. Nguyên tắc bảo vệ chống ăn mòn 474

2.3. Chất ức chế ăn mòn 475

2.3.1. Chất ức chế anốt 476

2.3.2. Chất ức chế catot 476

2.3.3. Chất ức chế hỗn hợp anốt và catốt 476

2.3.4. Chất ức chế hữu cơ 476

2.3.5. Bảo vệ các kim loại màu: đồng, nhôm 477

2.3.6. Chất ức chế đối với mạng phức tạp - Giải pháp công nghiệp 477

2.4. Bảo vệ catốt 477

3. CÁC THAM SỐ PHỤ ĂN MÒN 478

3.1. Ảnh hưởng của độ khoáng hoá 478

3.2. Ảnh hưởng nhiệt độ đối với nước chứa oxy 480

3.3. Ảnh hưởng của vi sinh 480

3.4. Ảnh hưởng của trạng thái bề mặt và độ tinh khiết của nước 482

http://tieulun.hopto.org

3.5. Ảnh hưởng của tốc độ lưu thong 482
3.6. Ảnh hưởng của pH trong nước có ôxy hòa tan 483
3.7. Ảnh hưởng của chất ôxy hoá 483
3.7.1. Ôxy hoà tan 483
3.7.2. Chất ôxy hoá 484
4 ĂN MÒN THÉP INOX 484
4.1 Định nghĩa 484
4.2. Ăn mòn thép không gỉ trong dung dịch nước-tính thụ động 486
4.3. Các dạng ăn mòn khác nhau của thép không gỉ 486
4.3.1. Sự ăn mòn chung 486
4.3.2. Các trường hợp ăn mòn đặc biệt 486
4.4. Sử dụng thép không gỉ 488
4.5. Lựa chọn thép không gỉ 489
4.6. Thử thuỷ lực 489
5. ĐẶC TÍNH CỦA GANG 490
6. ĂN MÒN KIM LOẠI MÀU 490
6.1. Nhôm 491
6.2 Đồng 491
6.2.1. Ăn mòn châm kim, loại I 491
6.2.2. Ăn mòn châm kim, loại II 491
6.2.3. Ăn mòn kiểu bào mòn 491
6.2.4. Các dạng ăn mòn khác 492
6.3. Chì 492
6.4. Thép mạ kẽm 492
6.5. Đồng thau 493
7 NƯỚC BIỂN 494
7.1. Khả năng ăn mòn và đóng cáu cặn 494
7.2. Bảo vệ chống đóng cáu cặn 494
7.3. Bảo vệ chống ăn mòn 495

http://tieulun.hopto.org

7.3.1. Biện pháp cấu trúc 495
7.3.2. Biện pháp động lực học 495
7.4. Bảo vệ chống đóng cặn hữu cơ 496
7.4.1. Ba nguồn gốc 496
7.4.2. Tác động clo hoá 496
7.5. Tính chất hợp kim đồng-niken 496
8. LÀM GIẢM CHẤT LƯỢNG BÊTÔNG 497
8.1. Nguyên nhân cơ học 497
8.2. Nguyên nhân hoá học 498
8.2.1. Tác động của cacbonic 498
8.2.2. Tác động của axit mạnh 498
8.2.3. Tác dụng của amoni 499
8.2.4. Tác dụng của sunphat 499
8.2.5. Ăn mòn do các chất kiềm mạnh (NaOH, KOH, $NaCO_3$) 499
8.2.6. Ăn mòn do vi khuẩn có tạo thành H_2S 499
9. SỰ LÃO HOÁ VÀ HIỆU ĐEO 500
9.1. Lão hoá lý tính 501
9.2. Lão hoá hoá học 501
9.3. Lão hoá do khí hậu 501
9.4. Sử dụng tổng quát 503

CHƯƠNG **8** **CÁC CÔNG THỨC**

1. ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG 503
1.1. Hệ đơn vị 503
1.1.1. Hệ thống đơn vị đo lường quốc tế 503
1.1.2. Nguyên tắc chung 504
1.1.3. Xác định đơn vị cơ bản và đơn vị phụ 505
1.1.4. Các đơn vị cơ bản. Đơn vị dẫn xuất thong thường 505
1.1.5. Các đơn vị nên hạn chế sử dụng 509

http://tieulun.hopto.org

1.2. Các đơn vị SI và hệ đơn vị cũ của Anh 509
1.2.1. Chiều dài 509
1.2.2. Diện tích 510
1.2.3. Thể tích và dung tích 510
1.2.4. Tốc độ 511
1.2.5. Vận tốc lọc 511
1.2.6. Khối lượng 512
1.2.7. Lực 512
1.2.8. Áp suất, ứng suất 512
1.2.9. Độ nhớt 513
1.2.10. Mật độ và nồng độ 513
1.2.11. Năng lượng, công, nhiệt lượng 513
1.2.12. Nhiệt lượng 514
1.2.13. Công suất 514
1.2.14. Chuyển đổi các đơn vị khác nhau 515
1.3. Các đơn vị khác 156
1.3.1. Đơn vị phóng xạ 157
1.3.2. Đơn vị dùng trong công nghiệp đường 517
1.3.3. Đơn vị dùng trong công nghiệp sữa 517
2. TOÁN HỌC 517
2.1. Đại số - số học 517
2.2. Các công thức lượng giác 518
2.3. Các công thức hình học 519
2.3.1. Diện tích mặt phẳng 519
2.3.2. Diện tích và thể tích các vật rắn 521
2.4. Các hệ số thường dùng trong tính toán 525
2.5. Thống kê 525
2.5.1. Các định nghĩa 526
2.5.2. Tính chất của sai lệch chuẩn S 526

http://tieulun.hopto.org

2.5.3. Hiệu chuẩn đường cong bằng phương pháp đồ thị.. 527
3. HOÁ HỌC VÀ CHẤT PHẢN ỨNG 529
3.1. Tổng quan về những khái niệm về hoá học 529
3.1.1. Số thứ tự nguyên tử, chất đồng vị..... 530
3.1.2. Khối lượng nguyên tử của các nguyên tố - Mol 531
3.1.3. Công thức của hợp chất 531
3.1.4. Quy định viết các công thức 531
3.1.5. Tính toán nồng độ 533
3.2. Các hằng số đặc trưng của dung dịch.. 537
3.2.1. Tỷ trọng..... 537
3.2.2. Điện dẫn suất và điện trở suất 540
3.2.3. Độ nhớt động của một số chất lỏng 547
3.2.4. Các dung dịch đáng chú ý..... 548
3.2.5. Bảng ghi giá trị của pK. 557
3.2.6. Sự tương đương COD-BOD_5-DOTh của một số hợp chất hữu cơ tính bằng g trên g hợp chất 558
3.3. Các hằng số đặc trưng của khí.. 560
3.3.1. Mật độ của khí 560
3.3.2. Độ hoà tan của các khí chính trong nước 561
3.3.3. Độ nhớt động của khí thông dụng..... 563
3.3.4. Độ ẩm tuyệt đối của khí quyển ở trạng thái bão hoà phụ thuộc và điểm sương..... 565
3.3.5. Clo..... 565
3.3.6. Amoniac..... 567
3.3.7. Ôzon..... 568
3.4. Giới hạn kết tủa của kim loại dưới dạng hidroxit. 569
3.5. Các chất phản ứng chính dùng trong xử lý nước..... 570
3.5.1. Làm trong nước..... 570
3.5.2. Axit..... 571
3.5.3. Bazơ..... 571
3.5.4. Các chất khử trùng 572

http://tieulun.hopto.org

3.5.5. Các chất loại bỏ cacbonát 573
3.5.6. Điều hoà nước nồi hơi 573
3.5.7. Các chất đa điện ly 574
3.5.8. Các chất ôxy hoá 575
3.5.9. Các chất khử 575
3.5.10. Các chất khác 576
3.5.11. Gaz 577
4 THUỶ LỰC 578
4.1. Tổn thất cột áp do ma sát trong mạng ống dẫn nước ... 578
4.1.1. Công thức kinh nghiệm 578
4.1.2. Công thức Colebrook rút ra từ các thí nghiệm của Nikuradze 578
4.1.3. Ống dẫn có dạng bất kỳ 580
4.1.4. Ống dẫn tròn không chảy đầy 580
4.2. Tổn thất áp lực cục bộ trong các phụ tùng nối, van nước 583
4.3. Tính toán hệ thống thay đổi áp suất 589
4.4. Lưu lượng lỗ vòi và ống ngắn 590
4.5. Dòng chảy trong các kênh hở 592
4.6. Các đập tràn 595
4.7. Tổn thất áp lực của chất lỏng bất kỳ 599
4.8. Các hướng dẫn khác 601
5. KỸ THUẬT ĐIỆN 602
5.1. Hệ đơn vị, ký hiệu 602
5.2. Các định nghĩa và công thức thông dụng 602
5.3. Ứng dụng trong công nghiệp 604
5.3.1. Trạm biến áp chính 604
5.3.2. Động cơ 605
5.3.3. Giá thuê bao 610

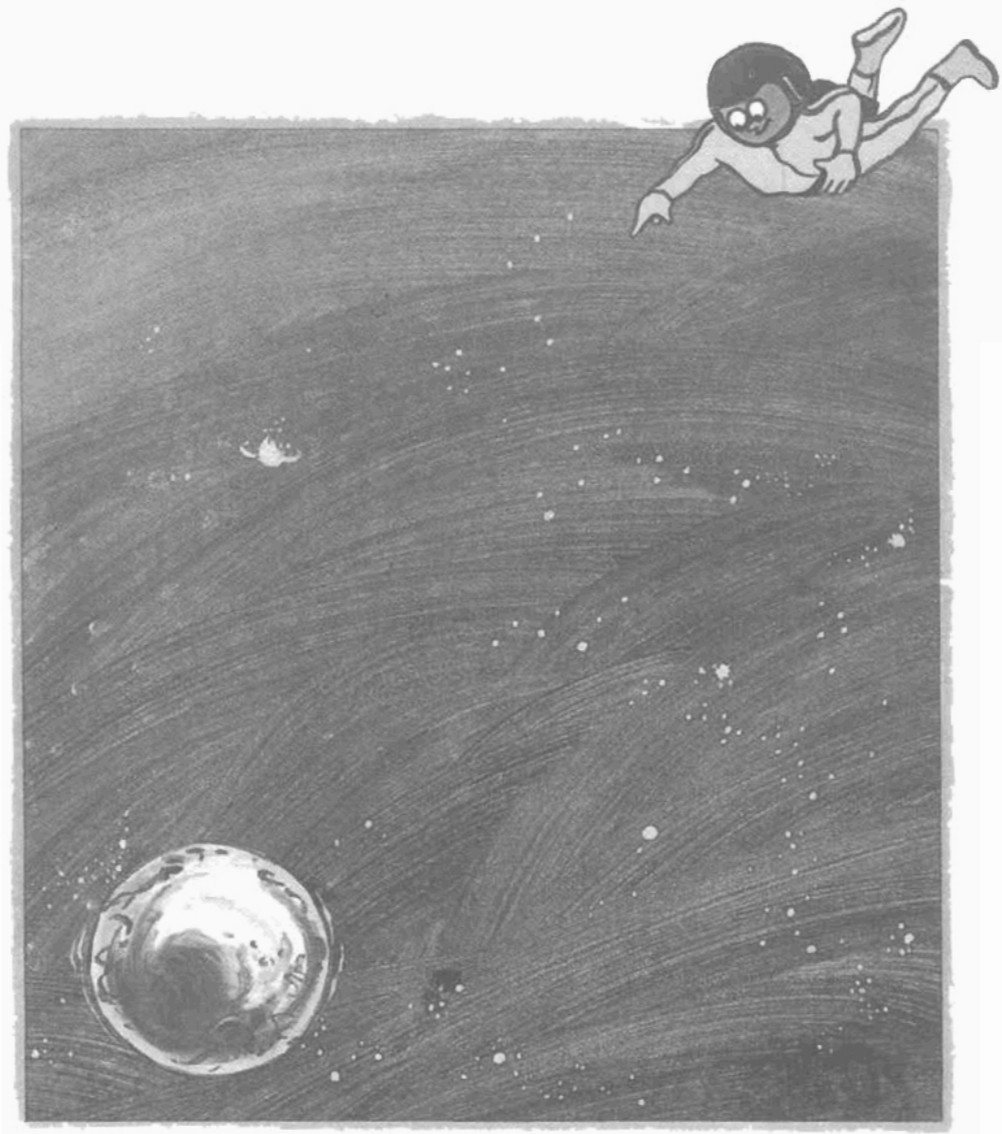
http://tieulun.hopto.org

5.4. Các ký hiệu điện ... 611
5.4.1. Các tiếp điểm ... 611
5.4.2. Bộ chuyển mạch đơn cực ... 612
5.4.3. Cầu dao ... 612
5.4.4. Bộ chuyển mạch ... 612
5.4.5. Thiết bị đóng cắt ... 613
5.4.6. Cầu chì và cầu dao có cầu chì ... 613
5.4.7. Khe phóng sét ... 613
5.4.8. Bộ phận điều khiển rơle điện từ ... 613
5.4.9. Các thiết bị tín hiệu ... 614
5.4.10. Thiết bị biến đổi ... 614
5.4.11. Các ký hiệu khác ... 614
5.4.12. Các tiêu chuẩn về điện ... 615
5.5. Một vài trị số ... 615
5.6. An toàn cho con người ... 616
6. TRANG THIẾT BỊ ĐO ... 617
6.1. Nguyên tắc mã hoá ... 617
6.2. Tổ hợp các chữ ... 619
7. NHIỆT ... 622
7.1. Những khái niệm vật lý của khí và nhiệt động học ... 622
7.1.1. Khí lý tưởng ... 622
7.1.2. Hơi nước ... 623
7.1.3. Khí ẩm ... 626
7.2. Những khái niệm về nhiệt ... 627
7.2.1. Nhiệt trị ... 627
7.2.2. Quá trình cháy ... 628
7.3. Những khái niệm về trao đổi nhiệt ... 629
7.3.1. Các định nghĩa ... 629
7.3.2. Các thiết bị trao đổi nhiệt ... 631

http://tieulun.hopto.org

7.4 Tháp làm lạnh ... 633
7.5 Sự giãn nở của vật liệu ... 637
8. QUY CHẾ ... 638
8.1. Quy chế chất lượng nước tiêu dùng ... 638
8.1.1 Các đề nghị của tổ chức y tế thế giới ... 638
8.1.2. Chỉ dẫn của CEE ... 638
8.1.3. Quy chế của nước Pháp ... 644
8.2. Các quy chế về nước bể bơi và bể tắm ... 646
8.3. Các điều kiện xả của nước thải đô thị ... 646
8.4 Các điều kiện xả của nước thải công nghiệp ... 649
8.5. Thải bùn ... 650
8.5.1. Sử dụng trong nông nghiệp bùn của nước thải đô thị 650
8.5.2. Chôn lấp hợp vệ sinh ... 651
8.5.3. Thiêu đốt bùn ... 654

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

1

THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA NƯỚC



KHÁI QUÁT

Trong vũ trụ có một phân tử mà con người nghiên cứu một cách say sưa, vì nó được phát hiện trong khí quyển của một hành tinh xa xôi đã giải phóng cùng với giấc mơ cuồng nhiệt nhất của con người. Phân tử này có mô hình tam giác đơn giản dễ biểu diễn với góc đặc thù giữa các nguyên tử là 105°, do điện tích âm ở hai đầu cực, thay cho góc 90° với mối liên kết đồng hoá trị. Nó là đặc trưng tính chất vật lý và điện được biểu hiện bằng momen điện. Cuối cùng công thức hoá học rất đơn giản: H_2O, nước!

Sau từ này gửi kèm theo một bức ảnh chụp trong các chuyến bay vào vũ trụ: Đó là hành tinh mầu xanh: Trái đất.

Nước là một khoáng chất phổ biến nhất trên bề mặt địa cầu. Nó tạo nên một quả cầu nước. Thể tích vào khoảng 1.370 triệu km^3, trong đó có từ

http://tieulun.hopto.org

500.000 đến 1 triệu km^3 nước ngọt phân bố trong các sông, hồ và nước ngầm, băng ở các cực của trái đất chiếm thể tích khoảng 25 triệu km^3 cũng là nước ngọt. Cuối cùng có 50.000 km^3 nước trong khí quyển có dạng hơi và mây. Lượng nước hoá hơi hàng năm khoảng 500.000 km^3 và quay trở lại các lục địa vào khoảng 120.000km^3/năm.

Nhưng nước đồng nghĩa với cuộc sống sinh vật. Đó là thành phần lớn của vật thể sống. Nó chiếm trung bình khoảng 80% trong hỗn hợp. Ở động vật cao cấp chiếm khoảng 60-70% nước, các sinh vật dưới biển như sứa biển, một số loại tảo giá trị cực đại đến 98%, ngược lại các vi khuẩn bào tử có dạng bền vững và cuộc sống chậm chạp chứa lượng nước giảm đáng kể khoảng 50%.

Nước là yếu tố lớn nhất trong thế giới khoáng chất và sinh học, nó cũng là vật chủ trung gian ưu đãi con người. Hiện nay, nước sử dụng trong công nghiệp, nông nghiệp và sinh hoạt chiếm 250m^3/năm cho một đầu người.

Sự chêch lệch khá lớn: khoảng 100m^3 cho các nước đang phát triển đến 1.500m^3 như ở Mỹ cho một đầu người. Như vậy chắc chắn rằng nhu cầu sử dụng nước của con người không ngừng tăng.

Điều đó đặt ra yêu cầu khẩn cấp để bảo vệ nguồn nước. Phải xử lý nó trong bất kỳ trường hợp nào để sản xuất nước sạch cho sinh hoạt và sử dụng nước trong công nghiệp, hạn chế chất thải ô nhiễm vào môi trường tự nhiên.

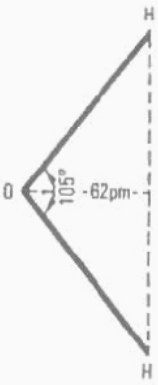
1. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA NƯỚC

1.1. Ba trạng thái của nước

Cấu trúc của nước phụ thuộc vào trạng thái vật lý của nó. Trạng thái khí (hơi nước) tương ứng một cách chính xác với công thức H_2O và đặc biệt có mô hình tam giác (hình 1). Nhưng các trạng thái ngưng tụ (nước và băng) thì phức tạp hơn. Chính sự cấu trúc phức tạp này giải thích trạng thái khác thường của nước.

Ở trạng thái rắn, cấu trúc cơ bản gồm một phân tử nước trung tâm và 4 phân tử xung quanh, tập hợp thành dạng một tứ diện (hình 2). Nghiên cứu sự thay đổi tinh thể học nhờ có quang phổ RAMAN cho ta biết về sự dịch chuyển về trạng thái lỏng bắt đầu từ cấu tạo của hang ngầm trong băng. Ở trạng thái lỏng có sự kết hợp của nhiều phần tử bằng các mối liên kết đặc biệt gọi là liên kết hydrô của một phân tử nước được nối với nguyên tử ôxy của phân tử ở cạnh. Trong không gian đó là cấu trúc tứ diện.

http://tieulun.hopto.org



Hình 1. Cấu trúc của nước ở thể hơi



Hình 2. Cấu trúc tứ diện của nước đá

1.2. Tính chất vật lý

Các tính chất vật lý quan trọng liên quan đến việc xử lý nước là:

1.2.1. Tỷ khối

Bằng cách nén chặt cấu trúc phân tử, tỷ khối thay đổi theo nhiệt độ và áp suất. Đối với nước tinh khiết sự thay đổi này như sau;

T (°C)	Tỷ khối (kg/dm^3)	T (°C)	Tỷ khối (kg/dm^3)
0	0,99987	20	0,99828
4	1,00000	25	0,99707
10	0,99973	30	0,99567
15	0,99913	100	0,95838

Về mặt thuỷ lực, ở áp suất thông thường, nước được xem như là một chất lỏng không chịu nén. Nhưng thực tế nó là một chất lỏng đàn hồi: thể tích của nó giảm ≈ 0,048 % mỗi khi áp suất tăng thêm một átphốtphe (at).

Nước biển có độ mặn 35g/l có tỷ khối trung bình 1,0281kg/l ở 0°C. Sự thay đổi độ mặn 1g/l làm thay đổi tỷ khối 0,0008kg/l.

1.2.2. Tính chất nhiệt

• Nhiệt khối: 4,18 kJ/kg °C (1kcal/kg. °C) ở 0°C. Nó thay đổi với nhiệt độ có giá trị cực tiểu ở +35°C.

• Nhiệt ẩn chuyển đổi để nóng chảy 330 kJ/kg (hoặc 79kcal/kg) và để hoá hơi 2.250kJ/kg (hay 539kcal/kg) ở áp suất bình thường và 100°C. Phần quan

http://tieulun.hopto.org

trọng của nhiệt khối và nhiệt ẩn bốc hơi làm cho phần lớn nước bề mặt tạo nên sự chuyển động nhiệt thực sự. Đó cũng là lý do sử dụng nước như là chất lỏng mang nhiệt

1.2.3. Độ nhớt

Đó là tính chất của một chất lỏng chống lại những chuyển động khác nhau hoặc chuyển động tổng thể như dòng chảy. Nó là cơ sở của tổn thất áp lực và giữ một vai trò quan trọng trong việc xử lý nước. Độ nhớt giảm khi nhiệt độ tăng.

T°C	Độ nhớt động lực η (mPa.s)	T°C	Độ nhớt động lực η (mPa.s)
0	1,797	20	1,007
5	1,523	25	0,985
10	1,301	30	0,800
15	1,138	35	0,723

Ngược lại, độ nhớt tăng theo hàm lượng muối hoà tan trong nước, rõ ràng nước biển nhớt hơn nước sông.

Độ mặn tính bằng ion Cl⁻ (g/l)	Độ nhớt động lực r ở 20 °C (mPa.s)
0	1,007
4	1,021
8	1,035
12	1,052
16	1,068
20	1,085

Áp suất tác dụng một cách hoàn toàn đặc biệt với độ nhớt tuyệt đối của nước. Ngược với các chất lỏng khác, một áp suất không lớn cũng làm cho nước ít nhớt ở nhiệt độ thấp. Nó làm đứt gẫy một số loại cấu trúc phân tử. Khi áp suất tiếp tục tăng, nước trở lại cấu trúc của chất lỏng không có ứng suất bên trong và tiếp tục theo quy luật chung, nghĩa là độ nhớt tăng với áp suất.

1.2.4. Sức căng bề mặt

Đặc trưng cho các tính chất của các mặt phân ly (mặt phân cách giữa hai pha), được định nghĩa như là một lực kéo sinh ra trên bề mặt của chất lỏng luôn có xu hướng làm giảm sự mở rộng bề mặt, tạo nên một cột nước 15cm ở 18°C trong một ống mao dẫn có đường kính 0,1mm. Sức căng bề mặt giảm khi nhiệt độ tăng.

http://tieulun.hopto.org

T°C	Sức căng bề mặt 10^{-3}N/m (dyn/cm)	T°C	Sức căng bề mặt 10^{-3}N/m (dyn/cm)
0	75,60	50	67,91
10	74,22	60	66,18
20	72,75	70	64,40
30	71,18	80	62,60
40	69,56	100	58,90

Thêm muối hoà tan làm tăng sức căng bề mặt ($\gamma = 74,6.10^{-3}$N/m đối với dung dịch nước NaCl có nồng độ 1mol/l ở 15°C). Các chất khác làm giảm sức căng bề mặt gọi là chất hoạt tính bề mặt.

1.2.5. Áp suất thẩm thấu

Áp suất thẩm thấu phản ánh hiện tượng tạo nên giữa các pha lỏng có nồng độ khác nhau được tách bởi một màng bán thấm. Phương trình đơn giản liên hệ giữa áp suất thẩm thấu và nồng độ.

$$\pi = \Delta CRT$$

Trong đó: ΔC - Sự sai lệch nồng độ mol/m^3;

R - Hằng số khí lý tưởng bằng 8,314 J/mol.k;

T - Nhiệt độ tuyệt đối, °K;

π Áp suất thẩm thấu Pa.

Như vậy nước biển có chứa 35g/l NaCl ở 15°C tạo nên một áp suất thẩm thấu là $14,38.10^5$Pa.

1.2.6. Tính dẫn điện

• *Hằng số điện môi*: là hằng số cách điện của nước vào khoảng 80Farad Steradian trên mét là một trong số các hằng số có giá trị cao. Do đó nước có khả năng ion hoá rất lớn.

• *Độ dẫn điện của nước*: Nước là một chất dẫn điện yếu. Độ dẫn điện của nước tinh khiết có thể đạt tới 4,2microsimen trên 1mét ở 20°C (tương ứng với điện trở suất 23,8mol-cm). Độ dẫn điện tăng khi trong nước có muối hoà tan và thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ

1.2.7. Tính chất quang học

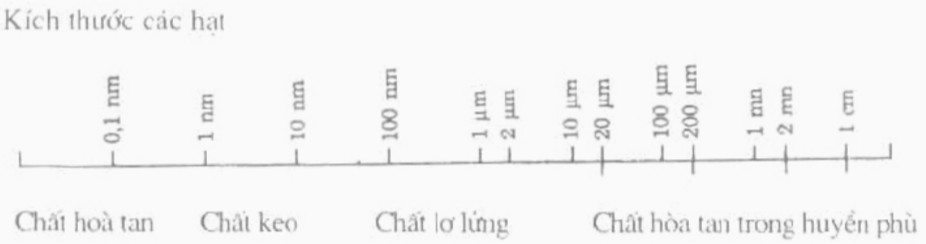
Độ trong suốt của nước phụ thuộc vào chiều dài bước sóng ánh sáng xuyên qua. Tia tử ngoại xuyên qua một cách dễ dàng, còn tia hồng ngoại hầu như

http://tieulun.hopto.org

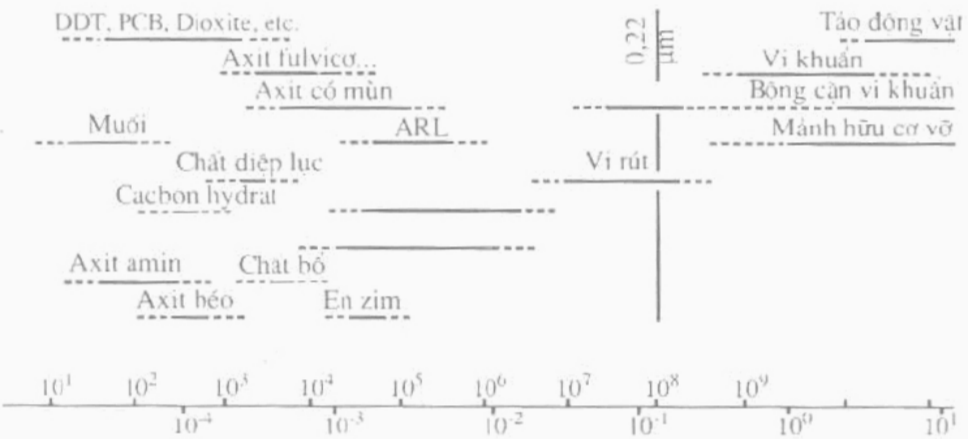
không xuyên qua. Nước hấp thụ rất tốt ánh sáng màu da cam và đỏ, còn ánh sáng màu xanh lơ truyền vào một lớp dầy. Tính trong suốt thường được dùng để đánh giá một số dạng ô nhiễm, từ đó suy ra hiệu quả của việc xử lý nước.

1.3. Trạng thái của các tạp chất trong nước

Nước gặp trong tự nhiên không bao giờ tinh khiết, hơn nữa nước là đối tượng phải được xử lý. Những tạp chất chứa trong nước ở ba trạng thái: rắn, lỏng, khí được đặc trưng bởi kích thước mà chúng hoà tan trong nước (hình 3). Kích thước này có thể là kích thước của một phần tử riêng biệt hoặc của một cấu trúc tập hợp. Mức độ kỵ nước của tạp chất giữ vai trò quan trọng trong cấu trúc. Hình 4 cho ta kích thước các hạt và khối lượng mol của các chất hữu cơ chính trong nước thải đô thị.



Hình 3. *Kích thước các hạt khác nhau*



Hình 4. *Ví dụ thành phần hữu cơ của nước thải đô thị*

Phân loại các dung dịch như sau:

• *Dung dịch thực hoặc dung dịch phân tử*

Chúng là một hệ đồng nhất (chỉ có một pha).

http://tieulun.hopto.org

- *Dung dịch tinh thể* : Các hạt tan là các phân tử có kích thước nhỏ (ít hơn 1nm), các phân tử ion hoá, axít, bazơ, muối hoặc không chứa ion (như đường);

- Dung dịch đại phân tử được tạo bởi các hạt có kích thước lớn hơn nano mét. Chúng có thể gồm các nhóm ion.

• *Dung dịch keo*. Còn gọi là dung dịch mixen hay dung dịch giả. Đó là hệ thống hai pha không đồng nhất, ở đây các hạt phân tán thành các tập hợp phân tử có kích thước giữa 0,5 và 500nm (hoặc 100nm). Chúng biểu hiện ở độ đục của nước khi quan sát bằng mắt thường, khi chiếu tia sáng vuông góc trực tiếp, phần đóng góp của nó vào độ đục của nước có thể bỏ qua.

Thuật ngữ "dung dịch keo" cũng được dùng đối với các chất huyền phù mịn, có bề mặt riêng lớn và mang điện tích âm.

• *Huyền phù-nhũ*: khi các hạt nhìn thấy được bằng kính hiển vi, chúng tạo nên huyền phù (rắn) hoặc nhũ (lỏng). Các hạt huyền phù gây nên độ đục hoặc độ mờ của nước

2. HOÁ TÍNH CỦA NƯỚC

Năng lượng tạo thành các phân tử nước (242kJ/mol - 58kcal/mol) là rất cao. Từ đó suy ra rằng nước có tính ổn định cao. Kết hợp với tính chất về điện và cấu trúc phân tử nước, nước có đủ tư cách là chất để hoà tan nhiều chất khác. Phần lớn các khoáng chất đều hoà tan trong nước cũng như một số lớn các sản phẩm khí và hữu cơ.

2.1. Nước là một dung môi

Hoà tan một chất, nghĩa là phá huỷ liên kết của nó gây ra bởi các lực tĩnh điện hoặc lực culông, có thể là:

• *Giữa các nguyên tử*

Mối liên kết hoá học mạnh: liên kết đồng hoá trị (giữa các nguyên tử), liên kết điện hoá trị hoặc ion (nguyên tử-điện tử)

• *Giữa các phân tử*: những mối liên hệ có kết giữa các phân tử (sự liên kết hydrô).

• *Các lực hấp dẫn yếu đảm bảo mối liên kết chung của tập hợp*. Lực hút các chất hydrat hoá nước (phân tử lưỡng cực) quay trở lại phá huỷ toàn bộ

http://tieulun.hopto.org

hay từng phần (lúc bắt đầu rất yếu) các liên kết tĩnh điện khác giữa các nguyên tử và các phân tử của chất hoà tan để thay vào đó bằng các mới liên kết mới với các phân tử riêng và lập cấu trúc mới. Nó thực sự sinh ra một phản ứng hoá học (sonvát hoá), Sonvát hoá hoàn toàn là một sự hoà tan.

2.1.1. Độ hoà tan của các pha khác nhau

• *Trường hợp khí*

Sự hoà tan của khí tuân theo qui luật Henry

Ví dụ ở 10°C, độ hoà tan của các khí sạch dưới áp suất bằng 10^2kPa (1bar) là:

Khí	Độ hòa tan (mg/l)	Khí	Đô hòa tan (mg/l)	Khí	Độ hòa tan (mg/l)
N_2	23,2	CO_2	2318	CH_4	32,5
O_2	54,3	H_2S	5112	H_2	1,6

Các anhydrit (CO_2, SO_2) các axít bay hơi khác (HCl) tự tan và tự kết hợp. Hệ số hoà tan của chúng lớn hơn là ở các chất khí khác.

Ôxy hoà tan nhiều hơn là nitơ: các khí hoà tan tách ra từ nước giàu ôxy hơn là ở trang thái ban đầu trong không khí.

• *Trường hợp chất lỏng*

Phân tử nước là phân cực, độ tan của một chất lỏng trong nước phụ thuộc vào cực tính của phân tử chất lỏng được xem xét. Ví dụ các phân tu thuộc nhóm OH (rượu, đường), SH^-.

NH_2 phan cực tốt, rất dễ tan trong nước, còn các chất lỏng khác (hydrocacbua, tetraclorua, cacbon; dầu và mỡ) không phân cực rất khó tan trong nước. Nó có thể có tính hộn riêng từng phần, ví dụ hai chất chỉ trôn được với nhau ở nhiệt độ lớn hơn giới hạn (nhiệt độ 63,5°C cho hỗn hợp nước-phênon) hoặc ở giơi hạn dưới (trimêtynlamin chỉ tan toàn phần khi nhiệt độ nho hơn 18,5°C) hoặc giữa hai nhiệt độ tới hạn (hệ thống nước- nicôtin)

2.1.2. Sự tạo tính thấm nước

Cùng một chất thể hiện tính hoà tan khác nhau trong các dung môi khác nhau, ví dụ natriclorua hoà tan trong nước nhiều hơn trong rượu, trong khi đó parafin hoà tan trong benzen nhưng không hoà tan trong nước.

http://tieulun.hopto.org

Tính hoà tan trong nước phụ thuộc vào bản chất của các chất hoặc ít nhất vào số nhóm hợp thành. Người ta đã phân loại các nhóm đặc trưng háo nước (OH-CO-NH_2...) hoặc kỵ nước (CH_3-CH_2-C_6H_5). Trong một số trường hợp sonvat hoá hoặc sự thấm ướt đơn giản sinh ra bởi chất trung gian thứ ba gọi là chất tạo hoà tan cho các dung dịch thực, hoặc pepti hoá cho các dung dịch keo, chất làm bền hay chất nhũ hóa cho các nhũ và huyền phù, tác nhân làm ướt cho các chất hoạt tính bề mặt. Các chất trung gian tạo nên các mối liên kết thực sự giữa dung môi và chất hoà tan để duy trì sự phân tán hoặc thấm ướt (chúng làm giảm sức căng bề mặt).

Mối liên kết bên cạnh dung môi gây nên do một nhóm háo nước trong khi đó liên kết bên cạnh các chất đã biến đổi là mối liên kết hoá học (tác dụng của bazơ và axít mạnh) hay một liên kết chất chẽ. Các mối liên kết này tạo nên từ các phân tử mất đối xứng (bán háo nước). Một trong các đầu mút có tính so sánh được với tính cực của nước là hút nước, trong khi đó các đầu khác có xu hướng kết hợp với các phân tử của chất để ổn định hoặc hấp thu ở bề mặt (tác dụng của chất tẩy, của phốt phát natri, tác nhân gây thấm). Chúng tạo nên các phức chất hấp thụ hoặc tổ hợp háo nước.

• *Khử tính háo nước*

Chất trung gian có thể bẻ gãy liên kết giữa dung môi và chất hoà tan bị phân tán hoặc thấm ướt. Tuỳ từng trường hợp, tác nhân này được gọi là chất làm kết tủa, tác nhân keo tụ, tác nhân kết bông, chất cô đặc, chất khử nước. Sự đứt gẫy này có thể là kết quả của một tác dụng hoá học: mất ion OH^- hoặc một nhóm ion hoá. Chất trung gian có thể phá huỷ mối liên kết chất chẽ bán thấm nước bằng cách trung lập hoá phần háo nước, hoặc thu hồi phần kỵ nước ở bề mặt, hoặc bằng bọt khí, hoặc bằng hấp thụ không hoà tan nhiều hay ít phần tử háo nước.

Sự đứt gãy liên kết có thể là kết quả của sự trung hoà các lực tĩnh điện (tác dụng của cation đa hoá trị và các ion đa điện phân).

2.1.3. Nồng độ và hoạt tính

Tỉ số giữa chất hoà tan và dung môi được biểu diễn bằng nhiều cách:

- Phần mol: tỷ số mol của chất hoà tan với số mol tổng cộng (dung môi + chất hoà tan);

- Nồng độ mol: số mol hoà tan trong 1 lít dung dịch. Các phần tử của một chất hoà tan chứa trong dung môi cũng như một khí trong một khí khác.

http://tieulun.hopto.org

Người ta khẳng định rằng ở một dung dịch hoà tan rất loãng, luật của khí lý tưởng được áp dụng một cách đúng đắn. Khi nồng độ trở nên đáng kể, các phân tử hoà tan hoạt động ít hơn, so với cùng một số phân tử của khí lý tưởng. Người ta thay nồng độ (c) bằng nồng độ hoạt tính [a]. [a] = f[c]. Trong đó: f là hệ số hoạt tính, tiến dần đến 1 khi dung dịch rất loãng

2.2. Ion hoá

Một số hợp chất khoáng hoà tan trong nước được phân ly ít hay nhiều thành các anion (ion tích điện âm) và cation (tích điện dương). Chất đã hoà tan gọi là chất điện phân, nó cho phép dòng điện chạy qua:

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

Khi có nhiều chất điện phân trong cùng một dung dịch, mỗi chất tự phân ly ở một tỷ lệ nào đó và các ion tự do có thể kết hợp giữa chúng để tạo nên một hợp chất mới. Khi ta hoà tan ví dụ hai hợp chất AB và CD, ta thấy trong dung dịch các phân tử AB, CD và CB ở trạng thái cân bằng với các ion A^+, B^-, C^+ và D^-. Cân bằng này có thể tự thay đổi (theo luật Le chatelyer) bằng cách tự tạo ra các hợp chất không tan, các phức chất hoặc khí.

Ví dụ: Hợp chất AD là không tan, sự cân bằng hầu như dịch chuyển toàn bộ về phía phải theo phản ứng.

$$AB + CD \rightleftharpoons AD + CB$$

$$CB \rightleftharpoons C^- + B^-$$

Một số axit hoặc bazơ ngay cả trong dung dịch tương đối đặc bị phân ly hoàn toàn. Ta gọi chúng là các chất điện phân mạnh. Ví dụ:

$$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$$

Các chất khác như axit axêtic CH_3COOH chỉ hoà tan một phần trong dung dịch. Chúng là các chất phân ly yếu. Người ta phân biệt độ axit toàn phần gồm tất cả các ion H^+ như có thể có và độ axit tự do gồm các ion H^+ đã phân ly.

Nước, chính nó cũng phân ly một phần thành các ion theo phản ứng thuận nghịch.

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

Như vậy trong nước ta thấy đồng thời các phân tử H_2O, các ion OH^- (ion hydrôxit) và H^+ (dưới dạng hydrat H_3O^+ gọi là ion hydronium).

http://tieulun.hopto.org

• *Luật tác dụng khối lượng*

Cho một phản ứng hoá học cân bằng

$$mA + nB \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} m'C + n'D$$

Tốc độ phản ứng theo chiều thứ 1 cho bởi quan hệ

$$V_1 = k_1[A]^m[B]^n$$

Tốc độ theo chiều 2: $V_2 = k_2[C]^{m'}[D]^{n'}$

[A],[B],[C],[D]: độ hoạt tính của hợp chất trong dung dịch.

Khi cân bằng $V_1 = V_2$, từ đó suy ra:

$$k_1[A]^m[B]^n = k_2[C]^{m'}[D]^{n'}$$

$$\frac{[A]^m[B]^n}{[C]^{m'}[D]^{n'}} = \frac{k_2}{k_1} = K$$

Đó là luật tác dụng khối lượng, K gọi là hằng số phân ly nhiệt động lực. Để thuận tiện hơn ta dùng khái niệm pK = cologK. Giá trị pK trong bảng phụ lục.

Áp dụng luật tác dụng khối lượng đối với nước: khái niệm pH. Với giả thiết các hệ số hoạt tính của ion bằng 1, luật được viết bằng công thức:

$$\frac{(H^+)(OH^-)}{H_2O} = K$$

Vì sự phân ly luôn luôn yếu, nồng độ của phân tử nước thực tế không đổi, ta có thể viết $(H^+)(OH^-) = Ke$.

Hằng số phân ly (hay hằng số ion hoá) của nước vào khoảng $10^{-14}(mol/l)^2$ ở 23°C. Nó thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nhiệt độ °C	Hằng số ion hoá (Ke 10^{14})	pKe
0	0,12	14,93
18	0,59	14,23
25	1,04	13,98
50	5,66	13,25
100	58,5	12,24

http://tieulun.hopto.org

Đối với nước sạch ta có $(H^+) = (OH^-) = 10^{-7}$ mol/l.

Ta sử dụng quy ước số mũ của nồng độ ion H^+ hoặc pH (thế năng hydrô) pH = colog (H^+).

Độ pH đo được bằng chất chỉ thị màu, hoặc tốt hơn bằng phương pháp đo điện (pH mét điện cực thuỷ tinh). Ta gọi một dung dịch có môi trường axít nghĩa là trong dung dịch này (H^+) lớn hơn 10^{-7}mol/l (pH < 7), dung dịch môi trường bazơ có (H^+) nhỏ hơn 10^{-7}mol/l (pH > 7).

• *Sự bền vững của axít và bazơ trong dung dịch nước*

Axít là một chất có khả năng nhường proton (nghĩa là các ion H^+). Bazơ là một chất có khả năng nhận các proton. Do vậy, trong dung dịch nước, sự cân bằng axít -bazơ xác định bởi phương trình sau:

$$\text{Axít} + H_2O \rightleftharpoons \text{Bazơ} + H^+$$

Áp dụng luật tác dụng khối lượng, giả sử nồng độ phân tử H_2O là không đổi, ta có:

$$[\text{Bazơ}][H^+]/[\text{Axít}] = K_A \text{ và } pK_A = \text{colog}K_A$$

Trong đó: K_A là hằng số ái lực của cặp axít-bazơ.

Một axít càng mạnh bao nhiêu thì càng cho nhiều ion H^+ trong nước, nghĩa là K_A lớn hoặc pK_A càng nhỏ. Một bazơ càng mạnh bao nhiêu thì K_A càng nhỏ bấy nhiêu.

Như vậy ion amôni NH_4^+ là một axít yếu có $pK_A = 9,2$. Bazơ tương ứng NH_4OH là một bazơ tương đối mạnh.

Khái niệm pK_A cho phép ta tính toán pH của hỗn hợp dung dịch axít-bazơ và muối tương ứng.

- Đô pH của một dung dịch axít có nồng đô toàn phần là C bằng:

$$pH = \frac{1}{2} pK_A - \frac{1}{2} \log c$$

- Đô pH của dung dịch kiềm là:

$$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_A + \frac{1}{2} \log c$$

- Độ pH của dung dịch muối:

$$pH = \frac{1}{2} pK_1 + \frac{1}{2} pK_2$$

http://tieulun.hopto.org

Trong đó: K_1 và K_2 là hằng số ái lực của các axít và bazơ tương ứng.

• *Dung dịch đệm*

Trong trường hợp hỗn hợp của một axít có nồng độ [A] và bazơ tương ứng có nồng độ [B], nếu [A] = [B] thì dung dịch này được gọi là dung dịch đệm. Ví dụ axít axetic-axetat.

Một dung dịch đệm là một dung dịch mà độ pH của nó thay đổi ít khi cho thêm hoặc lấy bớt ion H^+. Các dung dịch này có lợi, khi ta cần một phản ứng xảy ra ở pH không đổi. Các axêtat, phtalát axít và phốtphát kaly đơn là chất dùng để sản xuất hàng loạt dung dịch đệm.

• *Độ hoà tan của hợp chất ít tan. Tích số hoà tan*

Điều kiện cân bằng ion của một chất ít hoặc không tan là:

$$AC \rightleftarrows A^- + C^+ ; [A^-][C^+] = K_s$$

Trong đó: K_s là tích số hoà tan là hằng số ở theo nhiệt độ và cường độ ion đã cho trong dung dịch. Giá trị của K_s càng nhỏ khi chất này ít tan. Đối với canxicacbonát hoà tan khoảng 12mg/*l*, tính hoà tan K_s bằng $10^{-8,32}$ $(mol/l)^2$. Cũng tương như ở đô pH, ta có thể viết:

$$pK_s = colog\,10^{-8,32} = 8,32$$

2.3. Quá trình oxy hoá - khử

Nước có thể tham gia vào phản ứng oxy hoá - khử theo điều kiện thực nghiệm với phản ứng có thể có như sau:

$$2H_2O - 4e \rightleftarrows 4H^+ + O_2$$

$$2H_2O + 2e \rightleftarrows 2OH^- + H_2$$

Trường hợp đầu nước là chất cho electorôn, nó là chất khử, chất nhận electoron là chất ôxy hoá. Khi có nước, chất ôxy hoá giải phóng ôxy. Trong trường hợp thứ hai nước là chất nhận electoron, nó là chất ôxy hoá, chất cho electoron là chất khử, khi có nước, chất khử giải phóng hydrô.

Nhưng phản ứng xảy ra rất chậm khi không có chất xúc tác. Nói chung, ta có thể bỏ qua tác dụng của nước với các phản ứng oxy hoá khử. Tuy vậy chất oxy hoá và chất khử mạnh phản ứng với nước với tốc độ mạnh, ví dụ clo chuyển rất dễ dàng thành anion Cl

$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$, với nước $2Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4Cl^- + O_2$

Kèm theo giải phóng ôxy và axít hoá môi trường. Nước có thể tách thành oxy và hydrô theo phản ứng:

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

http://tieulun.hopto.org

Việc trung hoà ôxy hóa - khử tương ứng với việc cân bằng áp suất của oxy và hydrô. Nó tương ứng với áp suất $pH_2 = 10^{-32}$ Pa. Khái niệm về thế ôxy hoá khử cho phép phân loại các chất oxy hoá và chất khử khác nhau trong quan hệ với Hydrô và giữa chúng với nhau.

3. SINH HỌC NƯỚC

3.1. Nước và trao đổi chất của tế bào

Chính ở môi trường ngoài, nơi mà tế bào sẽ tìm các chất cần thiết, còn gọi là trao đổi chất, cần thiết cho hoạt động của quá trình này.

Một số tế bào có khả năng tổng hợp các chất khoáng, chuyển nước, khí cacbonic và muối khoáng thành các chất riêng để hợp thành phân tử lớn. Đó là các tế bào tự dưỡng dùng năng lượng cần thiết trong môi trường ngoài (quang năng hoặc hoá năng) tạo ra sự biến đổi của một số khoáng chất cơ bản và tổng hợp các chất dự trữ để sử dụng được trong bất kì thời điểm nào, tạo nên một thế năng.

Ngược lại các tế bào dị dưỡng không có khả năng tổng hợp tất cả các nhân tố sinh trưởng và sử dụng các chất dinh dưỡng mà chúng phân ly và "oxy hoá" toả nhiệt thành các chất đơn giản: Năng lượng được giải phóng (động năng) trong quá trình phản ứng hoá học sẽ phục vụ cho nhu cầu của tế bào (trương thành, vận chuyển, sinh sản).

Người ta chỉ ra rằng ở quá trình trao đổi chất, sự tập hợp của các phản ứng năng lượng khác nhau, quá trình đồng hoá khi có lợi về thế năng (phản ứng thu nhiệt) do quá trình tổng hợp chất liệu sống, và quá trình dị hoá khi có lợi về động năng (phản ứng toả nhiệt) làm giảm chất dinh dưỡng. Nghiên cứu nguồn năng lương có thể dẫn tới phân tích sự quang hợp và hiện tượng oxy hoá - khử trong men.

Sinh vật sống	*Tự dưỡng*	*- Sự chuyển hoá mầu (chất lục diệp)*	*Quang hợp*
		- Hoá dưỡng (không có chức năng diệp lục của các vi khuẩn khác nhau)	*Ôxi hoá khử*
	Dị dưỡng	*Vi rút, vi khuẩn, nấm động vật*	

http://tieulun.hopto.org

• *Quá trình đồng hoá*

a) Quang hợp

Đó là trường hợp tiêu biểu để tạo ra gluxit bằng thực vật từ khí CO_2 trong khí quyển và nước của nhựa nguyên chất với năng lượng mặt trời nhờ diệp lục tố. Quá trình tổng hợp ánh sáng theo quan hệ tổng quát như sau:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{ánh sáng}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 - 2,7kj/mol\ (= 650cal/mol).$$

Quá trình sinh học này chiếm lượng quan trọng nhất trong tự nhiên.

b) Ôxy hoá - khu khoáng chất.

Các sinh vật tự dưỡng khác không có khả năng sử dụng năng lượng mặt trời (thiếu sắc tố cố định nguyên sinh chất). Chúng tìm thấy năng lượng cần để tồn tại từ các phản ứng ôxy hoá - khử các chất khoáng. Ta có thể kể ra vi khuẩn của loại Nitro Somonas, chúng ôxy hoá amôni thành nitrit. Trong số các vi khuẩn nitrat hoá biến đổi nitrit thành nitrat, các vi khuẩn chứa sắt và mangan ôxy hoá bicacbonat sắt và mangan thành hydrôxit sắt và mangan. Các vi khuẩn chứa lưu huỳnh biến đổi hydrosunfua thành keo lưu huỳnh, các vi khuẩn khử sufat làm giảm lượng sunfat trong H_2S và bộ vi khuẩn lưu huỳnh ôxy hoa các sunfat thành axít sunfuric.

• *Dị hoá và quá trình lên men*

Quá trình giảm chất nuôi tế bào, hoặc dị hoá kéo theo việc tạo thành nước hoặc sự tham gia của phân tử nước trong phản ứng ôxy hoá - khử chất hữu cơ, làm cho hoá năng được giữ lại trong tất cả các chất dinh dưỡng.

Thuật ngữ ưa khí và yếm khí đặc trưng cho loại phân huỷ, thực tế là sự khử hydrô trong tế bào dị dưỡng. Nếu hydro tự kết hợp với ôxy phân tử, thì quá trình này gọi là ưa khí. Ngược lại, nếu quá trình là sự chuyển hydro của hợp chất bị khử hydro thanh chất thu hydrô khác, mà không phải là ôxy phân tử thì đó là yếm khí. Từ đó có các khái niệm vi khuẩn hiếu khí, yếm khí hoàn toàn và yếm khí tuỳ thích. Sự phân huỷ (sinh vật hiếu khí hoặc yếm khí) các chất hữu cơ được đảm nhận bởi các enzim có trong các cơ thể sống. Đó là các prôtêin phức tạp có một sắp xếp không gian chính xác và ở đó các chất hữu cơ hay chất nền có thể dẫn đến tự cô định. Tính chất đặc biệt của các enzim có liên quan đến cấu trúc không gian của chúng.

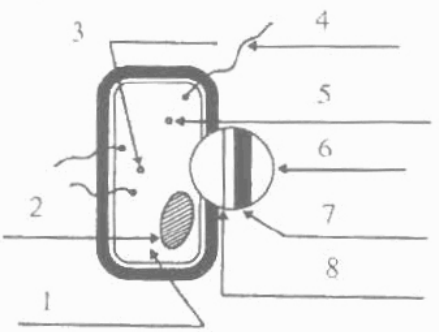
Quá trình phân huỷ sinh học dẫn đến các sản phẩm phân huỷ cuối cùng khác nhau tuỳ theo người ta đưa vào vi khuẩn hiếu khí hay yếm khí.

http://tieulun.hopto.org

3.2. Nước, môi trường sống của vi khuẩn

Y học và sinh học đã biết rõ vai trò của nước trong việc xuất hiện và truyền một số bệnh. Điều đó đã đưa đến việc phát minh và đồng nhất hoá một tập hợp vi sinh đơn bào có mặt trong nước. Các vi khuẩn gây ra bệnh có rất ít so với đại bộ phận các vi khuẩn. Các vi khuẩn khác được dùng cho sản xuất (quá trình trao đổi chất...). Trong nước các vi khuẩn giữ vai trò đặc biệt quan trọng.

Như tất cả các tế bào sống, tế bào vi khuẩn gồm một nhân bao gồm chủ yếu các nhiễm sắc thể tập trung trong chất nhiễm sắc và được cấu tạo bằng axít desoribonucleic (ADN). Nhân điều khiển sự sinh sản, giữ lại các tài sản gen của tế bào dưới dạng mật mã và điều khiển bằng các ARN (axít ribonuclêic). Sự tổng hợp prôtêin và đặc biệt các enzim (các enzim được sản xuất trong chất tế bào, đông đặc gồm các nhân ARN, các ribsom (thể tẩm) cũng như các bào quang khác nhau: các thể hạt, lyxoxom,... có vai trò xác định). Tế bào được bao bọc bởi một màng rắn tạo ra dạng vi khuẩn. Các tiêm mao hay các trùng roi tồn tại trong trường hợp đặc biệt di động (hình 5).



1. Nguyên sinh chất;
2. Nhân tế bào;
3. Nước tế bào;
4. Tiêu mao;
5. Hạt nhỏ nguyên sinh chất;
6. Vỏ bao;
7. Màng cứng;
8. Màng nguyên sinh chất

Hình 5. *Tế bào vi khuẩn*

Tỷ lệ giữa (bề mặt)/(thể tích) lớn hơn ở các sinh vật khác. Do tỷ lệ trao đổi chất sẽ tăng với tỷ lệ này: các vi khuẩn hoạt tính cao hơn các cơ thể sống có mức tiến hoá cao hơn.

Tốc độ sinh sản phụ thuộc vào nồng độ chất dinh dưỡng của môi trường. Trong trường hợp tốt nhất, ta có thể quan sát sự phân chia tế bào từ 15 đến 30 phút, đôi khi cần nhiều ngày. Tốc độ này phụ thuộc vào nhiệt độ.

Các vi khuẩn chỉ sống trong môi trường bảo đảm một số tính chất sau: hàm lượng nước, pH, độ mặn, khả năng ôxy hoá khử, nhiệt độ. Khả năng ôxy hoá khử thuận lợi thay đổi tuỳ theo các vi khuẩn hoạt động trong môi trường hiếu khí hay yếm khí. Các điều kiện này liên hệ chặt chẽ với sự tổng hợp của enzim tiết ra bởi vi khuẩn. Sự thay đổi lớn tính chất của môi trường có thể kéo theo sự lựa chọn loài.

http://tieulun.hopto.org

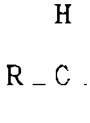
Các vi khuẩn, theo nhiệt độ tối ưu đối với enzim của chúng, được phân thành loại ưa nhiệt (nhiệt độ trên 40°C), loại ưa nhiệt trung bình (gần 30°C), loại bình thường (từ 0 đến 15°C), loại ưa lạnh (từ -5 đến 0°C). Một số loại vi khuẩn có hình dạng đặc biệt là do cách hình thành bào tử. Các bào tử mà chúng sinh ra là các tế bào sống của một số cấu trúc ví dụ như bền vững với nhiệt và khô. Khi các điều kiện trên trở lại bình thường các bào tử nảy mầm và đem lại cho các vi khuẩn hoạt tính. Sự cấy tổ hợp vi khuẩn có thể tự đáp ứng thông qua việc chọn lựa và biến đổi do sự thay đổi chậm thành phần của chất nền mà nó được nuôi dưỡng.

3.3. Các chất dinh dưỡng

3.3.1. Chất nền chứa cacbon

Đối với các sinh vật dị dưỡng, các chất dinh dưỡng chủ yếu là prôtit, gluxit và lypit.

Protit thành phần quan trọng nhất của cơ thể sống, là cơ sở nguyên sinh chất và tế bào. Chúng được tạo thành bằng cách ghép các đơn chất: các axít amin. Axít amin là một chất có trong phân tử của nó một hoặc nhiều nhóm axít COOH và một hoặc nhiều nhóm amin NH_2 liên kết với cùng một nguyên tử cacbon C.



Các protit phản ứng như các axít hay bazơ tuỳ thuộc vào độ pH của môi trường có mặt chúng. Chức năng axít và amin có thể được xác định chức năng này hay kia để tạo nên các đại phân tử theo dãy dài mà khối lượng mol có thể đạt tới giá trị rất cao (50.000 và cao hơn). Theo khối lượng này, người ta phân biệt ra các peptit, protêin đơn giản và protêin liên hợp.

Gluxit trước kia có tên gọi đường, do vị ngọt của chúng hoặc có tên hydrat cacbon vì chúng thoả mãn công thức chung $C_m(H_2O)_n$. Chúng có rất nhiều trong các mô thực vật, đó là các thức ăn thông thường của các sinh vật dị dưỡng. Chúng tồn tại dưới dạng không thuỷ phân được (oza giống như gluco) hoặc thuỷ phân được (ozit, như là tinh bột, xenluloza, glycogen);

Lypit đơn giản hay phức tạp, là các este axít béo hoặc rượu ít nhiều phức tạp. Nói chung chúng không tan trong nước và có khả năng tạo nhũ trong nước. Chúng cấu thành ở thực vật cũng như động vật và là chất liệu quan trọng dữ trữ cho nhu cầu năng lượng của chúng. Trong một vài điều kiện, các vi sinh dị dưỡng có thể tự thích hợp với sự tiêu thụ các chất nền hữu cơ khác như rượu, phenon, andehuyt, hydrocacbua,...

Các sinh vật tự dưỡng có thể tổng hợp các chất riêng cho mình từ nguồn cacbon có thể là khí cacbonic hay mêtan,...

http://tieulun.hopto.org

3.3.2. Nitơ, phôtpho và nguyên tố vi lượng

Ngoài các chất dinh dưỡng đã nêu ở trên, sự sinh trưởng của vi khuẩn (tự dưỡng hoặc dị dưỡng) cần có các nguyên tố khoáng chất cần thiết, một số ở trạng thái vết.

Nitơ và phôtpho chiếm một tỷ lệ không bỏ qua được trong khối lượng của vi khuẩn. Các giá trị trung bình có thể như sau: N: Từ 7 đến 10%; P: Từ 2 đến 3%

Vai trò của chúng được nhận lên trong tế bào (cấu tạo, trao đổi chất) nhưng phôtpho tác dụng chủ yếu vào cơ chế dự trữ hoặc giải phóng năng lượng. Sự dự trữ năng lượng này thấy ở các liên kết P- P tồn tại trong các phân tử đặc biệt: adenozin đơn, kép và triphôtphát (APM, ADP, ATP). Việc giải phóng năng lượng bằng cách làm đứt gẫy liên kết P-P đưa tới từ ATP đến ADP và APM. Thế năng phân tử như sau:

$$ATP + H_2O \rightleftharpoons ADP + \text{phôtphát} + 30{,}5kJ/mol\ (7{,}3kcal/mol)$$

Các yếu tố vi lượng chủ yếu là cation hoặc anion. Nồng độ cỡ microgam/lít trong môi trường sinh trưởng là đầy đủ để đáp ứng nhu cầu của tế bào. Các nguyên tố này trở thành độc hại với hàm lượng quá cao. Chúng điều khiển rất nhiều hiện tượng trong tế bào như gradien ion truyền qua màng (Na^+). Chúng cũng tác dụng lên cấu trúc của một số đại phân tử kết hợp với các enzim phức tạp. Nhu cầu của các nguyên tố này chung cho tất cả các nhóm vi khuẩn, nhưng mỗi họ vi khuẩn có yêu cầu đặc biệt riêng. Như niken liên kết đặc biệt với các enzim điều khiển mêtyl hoá của axêtat trong các vi khuẩn metanogen và do đó là tối cần thiết cho quá trình lên men mêtan.

4. THUẬT NGỮ VỀ KỸ THUẬT NƯỚC

Để xử lý nước, cần phải biết đặc trưng chính xác nhất của nước. Trong vốn từ vựng về xử lý nước, một số thuật ngữ khác nhiều với các thuật ngữ khoa học thường dùng. Các thuật ngữ nêu dưới đây được sử dụng rộng rãi

• *Độ đục*: Có liên quan đến cách đánh giá chất huyền phù, nó cho một chỉ thị đầu tiên đối với hàm lượng chất keo có gốc khoáng chất hay hữu cơ. Nó được đánh giá bằng cách so sánh với dung dịch đối chứng màu trắng sữa (formazin, mastic), hoặc bằng cách đo giới hạn nhìn thấy của một vật xác định (dây platin);

• *Chỉ số lắng đọng*: nó thể hiện khả năng lắng đọng của nước, có quan hệ với chất huyền phù và có tác động đến việc xử lý nước bằng màng

http://tieulun.hopto.org

• Cặn lơ lửng (ss) là tham số gồm tất cả các phần tử lơ lửng trong nước mà kích thước của chúng đủ lớn để có thể bị giữ lại trên các bộ lọc có độ rỗng đã cho;

• *Màu sắc*: màu thực sau khi lọc thường gây bởi sự có mặt của các chất hữu cơ tan hoặc ở dạng keo. Không có quan hệ giữa màu sắc và nồng độ của các chất hữu cơ. Màu sắc được đo bằng cách so sánh với một dung dịch chuẩn (platin- côban);

• *Nồng độ* (khối): Biểu thị tỷ số của khối lượng chất hoà tan hoặc phân tán trong một thể tích nước nào đó, được đo bằng mg/l, g/m^3, g/l,...

• *Gam đương lượng*: Gam đương lượng là tỷ số khối lượng mol của một chất với số lượng điện tích cùng dấu mang bởi các ion mà một phân tử của chất này giải phóng trong dung dịch nước. Như vậy một phân tử axit ortôphotphoric H_3PO_4 giải phóng 3 điện tích dương và 3 điện tích âm. Một gam đương lượng H_3PO_4 bằng 1/3 khối lượng mol của H_3PO_4;

• *Độ nguyên chuẩn*: Một dung dịch chuẩn là một dung dịch có chứa một gam đương lượng chất hoà tan trong một lít dung dịch. Người ta dùng bội số và ước số của dung dịch chuẩn (dung dịch 2N, N/10, N/25, N/50, N/100,...). Nói chung, khi tác dụng lên thể tích V_1 của một chất điện phân độ nguyên chuẩn N_1, với một chất khác có độ nguyên chuẩn là N_2, thì thể tích V_2 rút ra từ quan hệ $N_1V_1 = N_2V_2$;

• *Milygam đương lượng trên lít*

Trong thực tế người ta sử dụng đơn vị milygam đương lượng trên lít (meq/l) là số lượng chất điện phân tan trong một lít nước bằng phần nghìn gam đương lượng của chất điện phân này. Đó là nồng độ của một dung dịch N/1.000

• *Độ của Pháp*

Trong thực tế xử lý nước, người ta dùng nồng độ của Pháp tương ứng với nồng độ của một dung dịch N/5000. 1meq/l=5°F.

Ví dụ: Một dung dịch muối canxi có nồng độ 25°F chứa một lượng canxi (khối lượng phân tử là 40g và hoá trị 2): $\frac{40}{2 \times 1000} \times 5 = 0,1$ g/lít

• *Sự tương đương của các độ khác*

1°F = 0,56° (Đức) = 0,7° (Anh) = 10ppm $CaCO_3$.

1° Đức = 1,768°F = 1,25° (Anh) = 17,86ppm $CaCO_3$.

1° (Anh) = 1,438°F = 0,8° (Đức) = 14,38ppm $CaCO_3$.

http://tieulun.hopto.org

1 ppm $CaCO_3$ = 0,1°F = 0,056° (Đức) = 0,07° (Anh).

• *Chuẩn độ cứng của nước* (TH). Chuẩn độ cứng của nước biểu thị nồng độ của ion kiềm thổ trong nước. Người ta phân biệt thành:

A- TH toàn phần: gồm hàm lượng của Ca và Mg.

B- TH canxi: hàm lượng của Ca

C- Độ cứng cacbonat: hàm lượng hydrocacbonat và cacbonat canxi và magê Nó bằng TAC nếu TH lớn hơn TAC hoặc bằng TH khi TAC lớn hơn TH.

D- Độ cứng không cacbonat (độ cứng vĩnh cửu) chỉ rõ hàm lượng Ca và Mg tương ứng với anion mạnh. Nó bằng hiệu số A-C.

• *Chuẩn độ kiềm phenoltalein* (TA) *và chuẩn độ kiềm toàn phần metylorange* (TAC). Giá trị tương đối của TA và TAC cho biết hàm lượng kiềm hoặc hydroxyt kiềm thổ bicacbonát hoặc cacbonát chứa trong nước. Chuẩn độ kiềm (TA) cho phép xác định hàm lượng hydroxýt nhưng chỉ là một nửa hàm lượng của cacbonat. Chuẩn độ kiềm toàn phần (TAC) đảm nhận việc xác định hàm lượng bicacbonát. Ở một số nguồn nước bị ô nhiễm nặng, TAC cũng gồm cả axít hữu cơ (axetic);

• *Chuẩn độ muối của axít mạnh* (SAF) Trong nước tự nhiên không có axít mạnh tự do mà chỉ có các muối của các axít này, đặc biệt là các sunphát và clorua. SAF thể hiện hàm lượng tổng thể của muối các axít mạnh này;

• *Độ muối*. Độ muối toàn phần của nước tương ứng với toàn bộ cation và anion có mặt đo bằng mg/l;

• *Tính ôxy hoá được bằng permanganát* Người ta gộp trong thành ngữ này tất cả các chất có khả năng oxy hoá bởi permanganat kaly ($KMnO_4$). Có các phương pháp phân tích khác nhau, tuỳ theo nhiệt độ, môi trường phản ứng và trình tự phân tích.

• *Nhu cầu về ôxy hoá học (COD)*. COD tương ứng với sự tiêu thụ toàn phần ôxy của dicromat kaly để oxy hoá phần lớn các hợp chất hữu cơ cũng như muối khoáng có khả năng ôxy hoá. Đôi khi ở nước Pháp người ta dùng COD_{AD} tương ứng với nhu cầu ôxy hoá học của mẫu sau khi đã lắng gạn trong 2h.

• *Nhu cầu oxy sinh hoá (BOD)*. Đó là lượng ôxy tiêu thu ở 20°C và ở bóng tối trong thời gian đã cho để bảo đảm sự ôxy hoá bằng phương pháp sinh học các chất hữu cơ có trong nước. Người ta sử dụng một cách quy ước là BOD_5, nghĩa là lượng ôxy tiêu thụ sau 5 ngày ủ. BOD_5 bình thường chỉ thể hiện sự phân huỷ sinh học của ô nhiễm hữu cơ cacbon.

http://tieulun.hopto.org

• *Cácbon hữu cơ toàn phần* (COT). Nó biểu thị hàm lượng cacbon kết hợp với chất hữu cơ và dựa trên phép đo CO_2 sau khi ôxy hoá toàn bộ: Phương pháp đo này nhanh, chỉ cần một thể tích mẫu nhỏ, và có khó khăn trong việc xác định tương quan với các phép đo trước. Mặt khác, trong nhiều trường hợp cần loại bỏ chất lơ lửng trước khi xác định.

• *Nitơ Kjeldahl* (NTK). NTK là tập hợp nitơ dưới dạng hữu cơ và amôni. Nó thường bị gọi nhầm là nitơ toàn phần.

• *Nitơ tổng thể* (NGL). Thuật ngữ bao quát một tập hợp các dạng chứa nitơ có trong nước, nghĩa là nitơ hữu cơ, amôni, nitrit và nitorat. Nó là sự mở rộng của NTK khi thêm vào lượng nitrogen đã được oxy hoá.

Muối hoà tan	Giá trị nồng độ (mg/l)	Giá trị tuần tự của chuẩn độ TA và TAC				
		Khi TA = 0	Khi TA < TAC/2	Khi TA = TAC/2	Khi TA > TAC/2	Khi TA = TAC
OH^- CaO $Ca(OH)_2$ MgO $Mg(OH)_2$ NaOH	3,4 5,6 7,4 4,0 5,8 8	0	0	0	2TA -TAC	TAC
CO_3^{2-} $CaCO_3$ $MgCO_3$ Na_2CO_3	6 10 8,4 10,6	0	2TA	TAC	2(TAC - TA)	0
HCO_3 $Ca(HCO_3)_2$ $Mg(HCO_3)_2$ $NaHCO_3$	12,2 16,6 14,6 16,8	TAC	TAC - 2TA	0	0	0

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

2

LOẠI NƯỚC NÀO CẦN PHẢI XỬ LÝ? TẠI SAO?



Hình 6. Thác nước Iguacu (Brêzin)

1. NƯỚC THIÊN NHIÊN

Các nguồn nước dự trữ trong thiên nhiên được hợp thành từ nước ngầm (sự thấm qua bề mặt, các lớp chứa nước), nước mặt được chặn lại hoặc chảy thành dòng (các đập, hồ, sông) và nước biển.

http://tieulun.hopto.org

1.1. Nước ngầm

1.1.1. Nguồn gốc

Độ rỗng và cấu trúc của đất xác định dạng của lớp chứa nước và phương thức chuyển động của nước dưới đất. Nước ngầm có thể là nước không áp, nó được cấp trực tiếp bằng sự thấm của các dòng nước trên mặt xuống. Mức của lớp này dao động phụ thuộc vào lượng nước được giữ lại. Nước ngầm có thể là nước có áp. Nó được cách ly từ mặt đất bởi một lớp không thấm nước, nói chung nó nằm ở khá sâu. Nước ngầm ở các lớp đất bồi, đó là các lớp nước nằm ở trong đất bồi gần sông, chất lượng nước sông ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của lớp nước này. Sự dự trữ và lưu thông nước mạch có trong tất cả các địa tầng quan sát. Đó là trường hợp đất xốp như cát, cát sạn, đất bồi. Nước có thể trú ở các vết nứt và đứt gãy của các đá khối. Các đá khối có khe nứt hẹp được thể hiện phần lớn ở các đá phun trào hoặc đá biến chất, các đá này thực chất không thấm thấu nước. Nước thấm vào đá và chảy đi nhờ các vết nứt cục bộ và tản đi. Đá nguyên khối có khe nứt rộng hoặc các hang động được biểu hiện đặc trưng ở các vùng đá vôi. Các khe nứt gốc ngay càng được mở rộng ra bằng sự hoà tan trong nước chứa khí cacbonnic chảy qua tạo thành các hang động, đôi khi tạo thành dòng nước ngầm thực sự. Đó là địa hình cactơ. Người ta cũng ít thấy hiện tượng marnơ và đặc biệt cát kết.

1.1.2. Các đặc tính chung

Bản chất địa chất của đất có một ảnh hưởng đến xác định thành phần hoá học của nước nguồn. Ở tất cả mọi thời điểm, nước luôn tiếp xúc với đất, trong đó nó có thể bị giữ lại hoặc lưu thông, nó tạo nên sự cân bằng giữa thành phần của đất và của nước. Nước chảy dưới lớp đất cát hoặc granit là axit và ít muối khoáng. Nước chảy trong vùng đá vôi chứa canxi và bicacbonat canxi. Bảng 1 cho đặc tính của nước ngầm theo các tham số phân tích chính. Trong số các đặc trưng của loại nước này là độ đục nhỏ, nhiệt độ và thành phần hoá học không đổi, hầu hết thiếu ôxy. Trường hợp các lớp nước trong môi trường khép kín chủ yếu lưu thông kiểu cactơ, thành phần của nước có thể thay đổi đột ngột với sự xuất hiện độ đục và ô nhiễm khác nhau. Những thay đổi này liên quan tới sự thay đổi lưu lượng của lớp nước sinh ra do nước mưa. Ngoài ra nước ngầm thường có sự thuần khiết về vi khuẩn.

1.1.3. Nước uống được

Trong thời gian khá dài, nước ngầm được xem như "nước sạch" và đương nhiên đáp ứng các tiêu chuẩn nước uống. Nước này thực tế ít bị ô nhiễm nguy hiểm.

http://tieulun.hopto.org

Nước ngầm không áp do nước mặt thấm qua tất cả các lớp đất nằm trên nó nên dễ dang bị nhiễm bẩn hơn nước ngầm áp lực. Nước ngầm trong các lớp đất bồi cũng bị đe doa nhiễm bẩn từ mặt đất và từ nước bẩn của hệ thống sông nhánh.

Khi một lớp nước ngầm bị ô nhiễm, thì rất khó khôi phục lại độ tinh khiết ban đầu. Các chất ô nhiễm làm hư hỏng các lớp nước thực tế không những chỉ có mặt trong nước mà cũng bị giữ lại và hấp phụ trên đá và khoáng chất dưới đất. Nước ngầm cũng có thể chứa các nguyên tố có nồng độ vượt quá tiêu chuẩn của nước uống. Đó là do trong đất của tầng chứa nước có các nguyên tố như: Fe, Mn, H_2S, F,..v.v.

Nước ngầm cần phải xử lý trước khi phân phối, khi nồng độ của một hoặc nhiều nguyên tố vượt quá giá trị cho phép theo quy định hiện hành.

1.1.4. Nước khoáng và nước phun trao (suối)

Quy chuẩn của nước Pháp định nghĩa "*nước khoáng*" và "*nước phun trào*" như sau:

Nước khoáng là nước ở dưới sâu có thể chứa một vài nguyên tố ở nồng độ cao hơn nồng độ cho phép với nước uống và đặc biệt có tính chữa bệnh. Chúng được chứa vào các chai, đôi khi cần một số xử lý thông thường như làng gạn tự nhiên, khử sắt bằng sục khí đơn giản, loại bỏ hoặc nạp lại khí CO_2 nguyên chất.

Không như nước khoáng, nước phun trào (suối) là nước phải đáp ứng các tiêu chuẩn nước uong tại nguồn và không chịu một xử lý nào. Ở cả hai loại nước ta có thể gọi là "*nước nóng*" tương ứng với nước đóng chai đáp ứng quy chuẩn nước uống được, tất cả các xử lý trước đều cho phép.

1.2. Nước mặt

Thuật ngữ tổng quát này gồm tất cả nước lưu thông hoặc chứa trên bề mặt lục địa.

1.2.1. Nguồn gốc

Chúng có nguồn gốc từ lớp nước dưới sâu mà sự xuất hiện của nó tạo nên các suối, sông, hoặc từ nước mưa. Chúng được hợp lại thành dòng nước đặc trưng bằng một mặt tiếp xúc nước - khí quyển và chuyển động với tốc độ đáng kể. Chúng có thể chứa vào các bể chứa tự nhiên hoặc nhân tạo (các đập nước) được đặc trưng bằng bề mặt trao đổi nước - khí quyển, hầu như bất động, có chiều sâu đáng kể và thời gian dừng lại khá lớn.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 1. Sự khác nhau chủ yếu giữa nước mặt và nước ngầm

Đặc tính	Nước mặt	Nước ngầm
Nhiệt độ	Thay đổi theo mùa	Tương đối ổn định
Độ đục, MES (thực hoặc dạng keo)	Thay đổi, đôi khi khá cao	Yếu hoặc không có (trừ nước ở vùng cactơ)
Màu sắc	Đặc biệt liên quan tới MES (đất sét, tảo) trừ nước mềm và axít (axít humic)	Liên quan mật thiết đến các chất trong dung dịch (axít humic)
Chất khoáng hoá toàn bộ	Thay đổi phụ thuộc vào nền đất, lượng mưa, đất đào bỏ đi...	Hầu như không đổi, nói chung cao hơn nước mặt của cùng một vùng
Fe và Mn hoá trị 2 ở trạng thái hoà tan	Nhìn chung không có, trừ ở đáy hồ ao trong quá trình phú dưỡng	Nói chung có mặt.
CO_2 xâm thực	Nói chung không có	Thường có với lượng lớn
O₂ hoà tan	Thường xuyên nhất gần trạng thái bão hoà. Không có mặt trong trường hợp nước bị ô nhiễm	Không có mặt trong đại bộ phận thời gian
H_2S	Nói chung không có	Thường có mặt
NH_4	Chỉ có trong nước bị ô nhiễm	Thường xuyên có mặt, không có dấu hiệu hệ thống ô nhiễm vi khuẩn
Nitrat	Nói chung ít dồi dào	Hàm lượng đôi khi cao
Silic	Hàm lượng nói chung vừa phải	Hàm lượng thường cao
Chất vi ô nhiễm vô cơ và hữu cơ	Có trong nước của các vùng phát triển, nhưng có nhiều khả năng mất đi nhanh chóng sau khi loại bỏ nguồn	Nói chung vắng mặt, nhưng ô nhiễm nguy hiểm tồn tại lâu dài
Các phần tử sống	Vi khuẩn (một số gây bệnh), virus, sinh vật nổi (động và thực vật)	Thường có vi khuẩn chúa sắt
Dung môi chứa Clo	Rất hiếm có	Có mặt thường xuyên
Đặc tính phú dưỡng	Thường xuyên tăng lên rõ nét ở nhiệt độ cao	Không

1.2.2. Đặc tính chung

Thành phần hoá học của nước mặt phụ thuộc vào bản chất của đất mà nước chảy qua đến các nơi chứa. Trong hành trình, nước hoà tan các phần tử rất khác nhau. Bằng cách trao đổi trên bề mặt nước - không khí, các loại nước này tự chứa các khí hoà tan (ôxy, nitơ, khí cacbonnic).

http://tieulun.hopto.org

Bảng 1 cho ta các yếu tố đặc trưng của nước mặt so với nước ngầm. Cần phải chú ý:

- Sự có mặt thường xuyên của khí hoà tan, thực tế là ôxy;

- Nồng độ lớn của các chất lơ lửng, nhất là trong dòng chảy. Chất huyền phù rất khác nhau, bắt đầu từ các hạt keo đến các nguyên tố hữu hình được trôi theo các dòng sông khi lưu lượng tăng đáng kể. Ở các đập nước, thời gian dừng lâu, tạo nên sự lắng gạn tự nhiên của các phần tử có kích thước lớn, độ đục còn lại của nước là do các chất keo;

- Sự có mặt của chất hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên là do sự phân huỷ các chất hữu cơ thực vật và động vật sống trên bề mặt bể chứa nước hoặc trong các sông và các vi sinh vật tự phân huỷ sau khi chết (thực vật và động vật);

- Sự có mặt của sinh vật nổi: nước mặt là nơi cư trú và phát triển quan trọng của thực vật nổi (tảo) và động vật nổi. Trong điều kiện nhất định, cuộc sống dưới nước có thể được phát triển mạnh: sự phát triển của thực vật, động vật, cá;

- Sự thay đổi hàng ngày (sự chênh lệch nhiệt độ, ánh sáng mặt trời) thay đổi theo mùa, sự thay đổi khí hậu (nhiệt độ, tuyết tan) và của thực vật (rụng lá). Chúng có thể xảy ra ngẫu nhiên như mưa, giông, ô nhiễm mạnh. Ở các nơi chứa nước mặt, chất lượng nước thay đổi từ bề mặt đến đáy bể chứa (O_2, Fe, Mn, khả năng ôxy hoá, sinh vật nổi). Hàm lượng của mỗi một tham số thay đổi phụ thuộc vào chu kỳ của một năm;

- Ô nhiễm hữu cơ thường dẫn đến việc phú dưỡng nguồn nước.

1.2.3. Tính uống được của nước mặt

Nước mặt ít khi uống được ngay nếu không xử lý. Ngoài các nguyên tố đã nêu ở phần 1.2.2, nói chung nước mặt bị ô nhiễm vi khuẩn. Ngoài ra còn nhiều ô nhiễm khác:

- Từ nguồn nước thải đô thị: các chất cặn bã có trong nước thải đô thị (quá trình trao đổi chất của con người, tiện nghi nhà ở) sau khi nước đã được xử lý;

- Từ nguồn nước công nghiệp: chất ô nhiễm hữu cơ và vi ô nhiễm (hyđrô cácbua, dung môi, sản phẩm tổng hợp, phênon) hoặc vô cơ (kim loại nặng, amôniac, các sản phẩm độc hại);

- Từ nguồn nông nghiệp: phân bón và các thuốc trừ sâu hoặc diệt cỏ trôi theo nước mưa và các dòng nước. Chất thải hữu cơ cũng tạo ra trong các trại chăn nuôi lớn.

http://tieulun.hopto.org

1.3. Nước biển và nước lợ

Bảng 2 cho biết thành phần của tiêu chuẩn nước biển (tiêu chuẩn ASTM). Chúng được biểu thị bằng độ muối thay đổi theo nguồn gốc: Một số tính chất vật lí đặc biệt quan trọng của nước biển là: độ đục, huyền phù, số lượng các hạt lớn (2 hoặc 5μm trong 1ml hoặc 100 ml), chỉ số lắng đọng. Chúng thay đổi rất nhiều tuỳ theo vị trí.

Nguồn gốc	Độ muối (g/l)	Nguồn gốc	Độ muối (g/l)
- Biển Bantíc	17	- Địa Trung Hải	38 - 40
- Đại Tây Dương và Thái Bình Dương	32 - 35	- Hồng Hải	43 - 45
		- Biển chết	270

Bảng 2. Phân tích nước biển tiêu chuẩn, độ pH = 8,2 ÷ 8,3

	°F		°F
Độ cứng toàn phần (TH)	650	Độ kiềm tự do	0
Độ cứng chứa cacbonnat	15	Chuẩn độ kiềm (TA)	0
Độ cứng vĩnh cửu	35	Chuẩn độ kiềm toàn bộ (TAC)	15
Độ cứng canxi (TCa)	110	Muối của axít mạnh (SAF)	3.085
Độ cứng magê (TMg)	540	Độ muối tổng thể	3.100

Anion	mg/l	méq/l	Cation	mg/l	méq/l
Clorua Cl^-	19.880	560	Canxi Ca^{2+}	440	22
Sulfat SO_4^{2-}	2.740	57	Magrê Mg^{2+}	1.315	108
Nitrat NO_3^-	-	-	Xút Na^+	11.040	480
Bicacbonat HCO_3^-	183	3	Kali K^+	390	10
Bromua Br^-	68	0,9	Stronti	1,3	0,3
	22.871	**620,9**		**13.186,3**	**620,3**
Độ muối tổng thể 36,4 g/l					

- Ở ngoài khơi, lượng MES thực chất có mặt động vật và thực vật nổi, giá trị của nó chỉ vài mg/l;

- Ở gần bờ biển: hàm lượng muối có thể cao tuỳ theo sự khuấy động (của gió, thuỷ triều) và độ sâu. Ngoài ra ở gần các khu dân cư, ô nhiễm do nước thải đô thị và công nghiệp trở nên trội hơn: hàm lượng MES thay đổi vài chục đến vài trăm mg/l;

http://tieulun.hopto.org

- Ở cửa sông, nơi gặp nhau giữa các dòng sông và nước biển và ảnh hưởng của thuỷ triều (với sự dâng lên của nước biển trong các lớp nước sông, tạo thành lớp sóng triều) là nguyên nhân quan trọng thay đổi độ muối và hàm lượng huyền phù của nước lấy ở điểm quan sát. Sự khuấy động tạo nên bởi sự chuyển động ngược dòng làm mất đi các trầm tích với việc tạo ra một "nút" mà hàm lượng huyền phù của nó có thể đạt tới nhiều g/l;

- Hàm lượng sinh vật nổi biến đổi rất lớn tuỳ theo điều kiện địa lý (biển nông, ít động) và khí hậu (ví dụ thời kỳ tảo nở rộ ở biển Bắc).

1.4. Chu trình Nitơ

Chu trình nitơ được biểu diễn bằng sơ đồ hình 7.

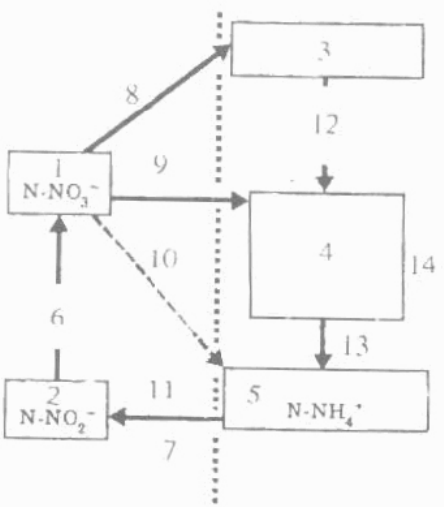
Trong môi trường hiếu khí, các chất hữu cơ có chứa nitơ và muối amoni tự biến đổi thành nitrit sau đó thành nitrat bằng cách tiêu thụ oxy. Đó là quá trình nitrat hoá được thực hiện theo hai phản ứng liên tiếp:

- Nitrit hoá: tạo bởi tác dụng của vi khuẩn nitơ như: Nitrosomona, Nitro socysti, Nitro sospira, Nitro soglea,...

- Nitrat hoá sử dụng vi khuẩn loại: Vi khuẩn Nitro, Nitrocysti, Bactoderma, Macroderma ...

Tất cả các vi khuẩn tự sống và hiếu khí, chúng sử dụng năng lượng để tạo ra quá trình oxy hoá amoni và các Nitrit để giảm cacbon vô cơ đưa tới từ khí cacbonic hoặc cacbonat. Để cho phản ứng xảy ra hoàn toàn cần có 4,6 mg oxy cho 1mg nitơ để oxy hoá theo phản ứng đơn giản sau:

$$NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$$



1. Nitrát $N\text{-}NO_3$; 2. Nitrát $N\text{-}NO_2$; 3. Nitơ tự do, nitơ trong khí quyển; 4. Chất thải nitơ, axit, amin protêin, urê,... nitơ hữu cơ; 5. Muối amôniac $N\text{-}NH_4^+$; 6. Chu trình nitrat hoá vi khuẩn chứa nitơ; 7. Vi khuẩn môi trường ôxy hóa; 8. Khử nitơ; 9. Phân bón; 10. Sự khử; 11. Nitrát hoá; 12. Vi khuẩn khử nitơ loại họ đậu; 13. Giữ lại amoniac; 14. Sự thải nitơ.

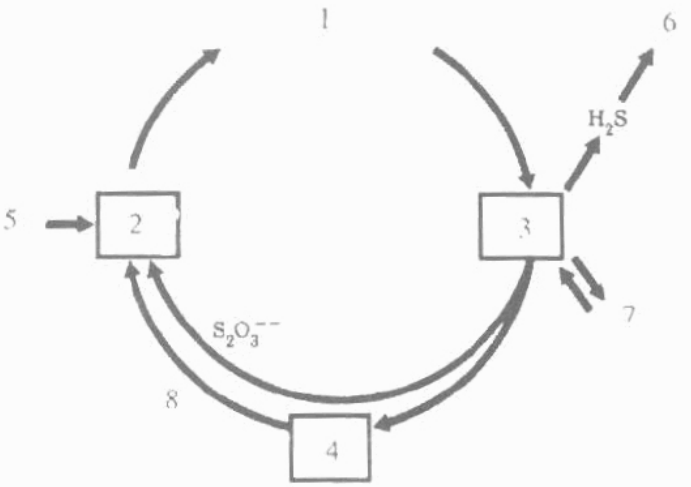
Hình 7. *Chu trình nitơ*

http://tieulun.hopto.org

Thực tế, không oxy hoá tất cả nitơ amoni thành nitrat (các hợp chất trung gian tạo thành khối vi khuẩn), và thực tế chỉ cần 4,2mg oxy là đủ để oxy hoá 1mg nitơ. Việc nitrat hoá làm nghèo oxy trong dòng nước, tất cả xem như đồng hoá ô nhiễm hữu cơ.

Các nitrat này hợp thành một hợp chất dự trữ oxy mà chúng có thể trả lại bằng quá trình khử nitrat, khi các điều kiện trở thành môi trường khử và yếm khí, nhưng các điều kiện này có ít hy vọng xảy ra ở dòng sông.

1.5. Vi khuẩn tác động vào chu trình lưu huỳnh



Hình 8. *Chu trình lưu huỳnh*

1. Động vật, thực vật vi khuẩn dị dưỡng chất sunfat. Quá trình khử; 2. SO_4^{--}; 3. S^{--}; 4. S;
5. Phân bón, nước thải công nghiệp, đá nước mưa; 6. Bay hơi kéo theo không khí;
7. Kết tủa sunfua (nước thải) ; 8. Ôxy hóa học, vi khuẩn tự dưỡng, vi khuẩn quang hợp

Chu trình lưu huỳnh biểu diễn bằng sơ đồ hình 8. Sự lên men yếm khí của lưu huỳnh biến đổi các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh thành H_2S. Các vi khuẩn hiếu khí khác, có khả năng oxy hoá H_2S để tạo ra lưu huỳnh (mà đôi khi chúng tồn đọng dưới dạng hạt chiết quang tản trong tế bào của chúng), và có thể là axít sunfiríc.

• *Các phản ứng oxy hoá khử đơn giản:*

Các vi khuẩn leucothio (hoặc vi khuẩn sunfua không mầu) như Beggiatoa hoặc Thiothrix:

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S$$

http://tieulun.hopto.org

Một số vi khuẩn nguyên sinh như: Thio-bơcilu, Thiooxyt, oxy hoá tiếp tục lưu huỳnh thành axít sulfuric.

$$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

Trong môi trường hiếu khí, thời kỳ kết thúc có thể xuất hiện các sunfat, ngược lại trong môi trường yếm khí, thời gian kết thúc có thể giảm do các vi khuẩn khác (Desunfovibrio, Desunfuaric và một số Clostridi) chứa chất khử sunfat có khả năng xúc tác cho phản ứng chung

$$H_2SO_4 + 4H_2 \rightarrow H_2S + 4H_2O$$

Cũng tồn tại các vi khuẩn khử sunfit (một số loài Clostridi và Welchia). Một số trong các vi khuẩn này tham gia vào quá trình ăn mòn các ống dẫn bằng gang thép hoặc bêtông.

• *Phản ứng quang hợp ở các vi khuẩn Rodothio* (hay vi khuẩn sunfat màu hồng tía) như Chromati, Thiospril hoặc Thiopedia, cũng như ở các vi khuẩn Clorothio (hay vi khuẩn sunfat xanh) như Clorobi hoặc Cloruabecteri. Trước hết là tạo ra lưu huỳnh phân tử:

(quang năng)

$$2H_2S + CO_2 \rightarrow (CH_2O)^* + H_2O + 2S$$

Lưu huỳnh sản ra được trữ trong tế bào vi khuẩn, hoặc tiết ra tuỳ theo loại. Cuối cùng có thể biến đổi thành axít sunfuric.

(quang năng)

$$2S + 3CO_2 + 5H_2O \rightarrow 3(CH_2O) + 2H_2SO_4$$

Phản ứng tổng quát có thể viết:

(quang năng)

$$H_2S + 2CO_2 + 2H_2O \rightarrow 2(CH_2O) + H_2SO_4.$$

Trong phản ứng này (CH_2O) là ký hiệu chất hữu cơ đã tổng hợp.

1.6. Tác dụng Oxy hoá - Khử của vi khuẩn sắt và Mangan

• *Sắt:* Oxy hoá sắt, phản ứng toả nhiệt, có thể xúc tác bằng một số vi khuẩn nhờ các enzim oxy hoá-khử mà chúng bài tiết ra (flarin). Sắt hoá trị 3 không tan dưới dạng hydroxyt tiếp tục được lưu giữ dưới dạng các chất nhầy của vi khuẩn (vỏ bọc, bao và cuống).

http://tieulun.hopto.org

Các chất hữu cơ tạo ra hiện tượng này đặc biệt là các vi khuẩn sắt, nhất là:

- Vi khuẩn Clamidô: Leptothrix (Locrecea, L.crassa, L.discophara);

- Crenothicaxê: Crenothrix (Cropolyspora), Clonothrix, (Cl.ferruginea, Cl.fusca);



Hình 9. *Thiospirillum × 1.000*

- Sidero saxê: Sidero sa, Ferrobacillu, Sideromona;

- Galionelaxê: Galionela (G.ferruginea, G.major).

Các vi khuẩn nguyên sinh (Thiobucilu, ferro-oxydans) cũng thể hiện tính chất này.

• *Mangan*

Tất cả các vi sinh đã nêu ở trên đều có thể tạo nên phản ứng oxy hoá mangan, nếu nguyên tố này phong phú hơn là sắt, ngoài ra có các vi khuẩn khác có tác dụng đặc biệt đến quá trình oxy hoá mangan, ví dụ như:

- Vi khuẩn thực: giả đơn chất (Ps. mangan oxydan) nhóm kim loại (M.personat, M.Symbiotic);

- Vi khuẩn sắt: Leptothrix (L. echinat, L. Lophole);

- Vi khuẩn nấm: Hyphomicrobim (H. thông thường).

Tác dụng của tất cả các vi sinh đôi khi giữ vai trò quan trọng trong việc khử sắt, khử mangan. Một số vi khuẩn được đưa vào môi trường khử, có thể dùng Mangan mà chúng dự trữ trong vỏ bọc, khi đó Mn hoà tan và được giải phóng dưới dạng Mn^{++}.

• *Sự ăn mòn bởi các vi khuẩn*

Các hiện tượng mô tả ở phần trên thuận lợi cho việc xử lý nước .

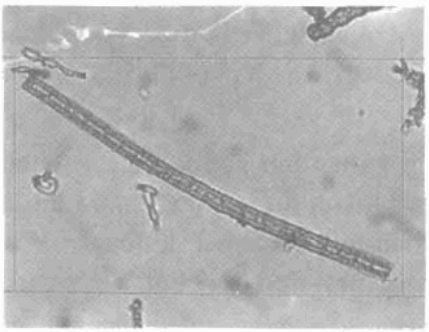
Ngược lại chúng lại có ảnh hưởng xấu đối với bên trong các đường ống dẫn nước bằng gang hay bằng thép. Các vết sắt trong nước có thể đủ để gây nên sự phát triển các vi khuẩn sắt như đã trình bày ở trên. Ba loại vi khuẩn chính rất dễ dàng nhận dạng dưới kính hiển vi:

- *Leptothrix* có dạng sợi (hoặc bện vào nhau), gồm một sợi đơn hình trụ và có vỏ bọc quanh. Ban đầu vỏ này mảnh và không màu, sau đó nó dầy lên và có màu nâu ngày càng xẫm lại vì nó được nhiễm oxy sắt (hình 10);

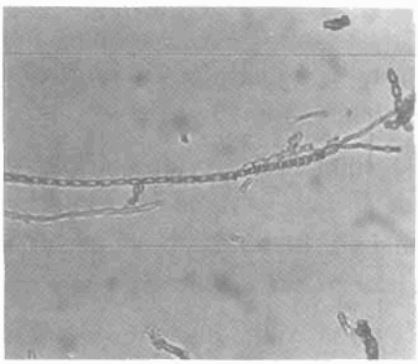
- *Crenothmrix* : Các sợi bện vào nhau. Một đầu có miệng loe ra, nhờ đó các tế bào thoát ra ở nhiều cấp để tạo thành một sợi bện mới. Sự tiến hoá của vỏ cũng giống như đối với Leptothrix;

http://tieulun.hopto.org

- *Galionela*: Những tế bào cách ly được gắn với nhau bằng cuống xoắn (được phân nhánh hoặc không) mà chúng tiết ra. Thực tế là mối liên kết đứt gẫy mà ta chỉ thường thấy như các cuống (hình 11).



Hình 10. *Leptothix ochracea*
Phóng đại 680 lần



Hình 11. *Galionela feruginea*
Phóng đại 680 lần

Hoạt động của các vi khuẩn này dẫn đến việc tạo ra các mấu (mà gốc của chúng có thể lấy ra bằng cách hoà tan từng phần trong axít mạnh và quan sát các chất cặn trên kính hiển vi) có thể làm tắc nghẽn các ống dẫn. Các mẫu này phủ kín cả một vùng làm nó trở nên yếm khí và ở đó phát triển các vi khuẩn khử sunfat. Sự phát triển của vi khuẩn thuận lợi cho việc ăn mòn.

1.7. Sự Phú dưỡng hoá

Khái niệm này đặc trưng cho quá trình tiến hoá của chất lượng nước hồ hoặc các bể chứa nhân tạo, đôi khi cả nước sông.

1.7.1. Sự phú dưỡng hoá các ao hồ

Sự tiến hoá của nước ở các ao hồ có thể tóm tắt như sau:

- Một hồ còn mới và sâu chưa có hiện tượng phú dưỡng, nước ở đây có màu xanh và trong suốt. Oxy hoà tan tận dưới đáy. Quần thể sinh vật không nhiều.

- Trong quá trình lão hoá, hồ có giầu thêm các chất hữu cơ do sự quang hợp của các loại tảo và phần đưa thêm từ bên ngoài. Nó dần dần trở thành có mức độ phú dưỡng trung bình và phú dưỡng lớn. Người ta khẳng định các hiện tượng ở đây: giảm chiều sâu do đất bồi dắn. Màu trong của nước giảm (từ xanh chuyển sang nâu) thiếu oxy ở lớp đáy, quần thể vi sinh ngày càng tăng trưởng. Xuất hiện các loại giàu tính phú dưỡng (đặc biệt là Cyanophyce hoặc tảo màu xanh lơ rất quen thuộc). Cuối cùng là biến thành ao, đầm lầy...

http://tieulun.hopto.org

Sự chuyển từ một loại này sang loại tiếp theo cần thời gian rất dài có thể trong hàng nghìn năm. Nhưng quá trình tự nhiên cũng được tăng tốc cùng với sự mở rộng điều kiện sống của con người. Trong một số trường hợp, có thể thấy rõ vai trò cuộc sống của con người. Tình trạng này là kết quả hoạt động của con người ở ven sông tăng thêm các chất hữu cơ và các chất màu mỡ trong công nghiệp vào nước (đặc biệt là Nitơ và phốt pho), trong các chất thải đô thị và công nghiệp.

Hậu quả của việc tăng sự phú dưỡng nhân tạo gây nên các trở ngại cho ngành du lịch và nghề cá. Mặt khác giá thành xử lý nước tăng lên đáng kể, do phải có thêm thiết bị và các chất phản ứng cần thiết để loại bỏ chính các chất hữu cơ này và các sản phẩm của quá trình trao đổi chất.

Người ta có thể hạn chế sự phú dưỡng:

- Bằng cách cứu chữa như: ôxy hoá, chống phân tầng, dùng biện pháp hoá chất và sinh học

- Bằng cách ngăn ngừa: thay đổi hướng thoát nước bẩn bằng hệ thống cống bao (ví dụ như ở hồ Annecy) hoặc bằng một chuyển dòng, xử lý bậc ba trong các trạm làm sạch (khử chất lơ lửng, phốt pho, nitơ).

1.7.2. Trường hợp các sông, chỉ số sinh học

Các vấn đề tương tự không đặt ra đối với nước trong dòng chảy, ở đây các định nghĩa về phú dưỡng của nước không được áp dụng. Để đặc trưng mức độ ô nhiễm của các sông, từ lâu người ta đã dùng độ thực vật hoại sinh nó liên quan với đặc tính hoá học của nước và vùng vi sinh xác định bằng sự có mặt của cộng đồng động và thực vật (hệ thống Kolkwitz và Mason 1909).

Ở nước Pháp, người ta dùng chỉ số sinh học của Verneaux và Tuffery (1967), dựa theo phương pháp hiệu chỉnh của Trent River (người Anh). Phân tích sự đi thực của khối động vật không xương sống Benthos (động vật thân mềm, lớp thân giáp, ấu trùng côn trùng). Từ đó dẫn đến chỉ số sinh học làm giảm chất lượng của các dòng sông tăng từ 0 đến 10.

Sự thay đổi quần thể sinh học đặc biệt rõ nét ở hạ lưu nơi sinh ra ô nhiễm (thay đổi bản chất của nhóm động vật, giảm số lớn các loài, làm tăng số cá thể trong mỗi loài). Trong phương pháp vừa nói trên, mỗi sự ô nhiễm hữu cơ đúng thời điểm sinh ra, tức khắc làm giảm đột ngột chỉ số sinh học ở hạ lưu, chúng tăng trở lại rồi lại giảm do quá trình tự làm sạch. Các phương pháp như vậy cho những thông tin quý báu để nghiên cứu ô nhiễm, hoặc đánh giá hiệu quả của việc xử lý nước thải v.v...

http://tieulun.hopto.org

1.8. Độ phóng xạ

1.8.1. Phóng xạ tự nhiên

Các hạt nhân phóng xạ phát ra từ các sóng vũ trụ và trái đất và các nguyên tử phóng xạ có mặt trong cơ thể sống tạo nên nguồn phóng xạ tự nhiên. Trong nước đó phóng xạ gây nên bởi các phân tử có nguồn phóng xạ tự nhiên hoà tan trong nước và các nguyên tố cách li như Kali-40.

• *Nước ngầm*

Độ phóng xạ của nước ngầm thực chất gây bởi sự xạ khí của radi có mặt trong tất cả các loại đá. Radi ít tan trong nước, nhưng radon 222 rất dễ tan.

Sự có mặt của các nguyên tố phóng xạ khác như Uran, Thôri, chì và Poloni được liên kết trong đá grannit, ở trầm tích Uran và chất đồng vị phong xạ Uran 234 (hàm lượng lớn nhất của Uran ở nước khoáng: 79µg/l).

• *Nước mặt*

Các nguyên tố phóng xạ phát ra trong khí quyển giữ trong không khí và rơi xuống đất theo mưa: ^{3}H và ^{222}Ra là cơ bản, khí agon, bery, photpho.

Sự hoà tan của các nguyên tố phóng xạ trong đất còn thể hiện ở sự có mặt của radon, uran... Độ phóng xạ tự nhiên của nước bề mặt nói chung rất nhỏ, sự tồn tại đó phóng xạ trong nguồn nước mặt là do các hoạt động của con người, chính họ chịu trách nhiệm về đó phóng xạ của nước.

• *Mỏ uran*

Ở hạ lưu nơi khai thác, tỷ lệ độ phóng xạ rất cao không phụ thuộc vào việc khai thác. Trong các vùng liên quan, sự tiêu dùng nước từ giếng cá nhân là thường xuyên, vì vậy nó phải được đưa qua trạm xử lý. Ô nhiễm nước mặt do sự tăng khoáng chất và huyền phù, đó phóng xạ thường tăng gấp 4 hoặc 5 lần. Vấn đề cơ bản đặt ra đối với nước uống là nguyên tố Radon, nó dễ dàng chuyển tới vòi nước do nó hoà tan được trong nước lạnh dưới áp lực.

1.8.2. Phong xạ nhân tạo.

Phần lớn các chất phát ra tia β (trừ radon 228) đều gắn với hoạt động của con người.

• *Các nguyên tố phóng xạ có mặt trong môi trường*

- Ở nhà máy điện: ^{58}Co, ^{60}Co, ^{54}Mn, ^{3}H;

http://tieulun.hopto.org

- Trung tâm vũ khí hạt nhân, nhà máy điện nguyên tử: ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{3}H , ^{106}Ru, ^{131}I;

- Bệnh viện: ^{131}I;

- Nơi khai thác quặng uran: ^{230}Th, ^{226}Ra (phát tia α); ^{228}Ra, ^{210}Pb (phát tia β).

Sự ô nhiễm nước mặt có thể gây ra bằng nhiều cách khác nhau: pha loãng vào nước mưa, sự ngấm chiết của đất bằng nước thải và chất độc công nghiệp. Tất cả chất thải lỏng do hoạt động công nghiệp cấm thải vào các lớp nước vào dòng chảy và nước biển. Các phần tử hoà tan đầu tiên có thể được hấp thụ tự nhiên lên các hạt bùn sét của nước đục

Luật cho phép thải của nhà máy điện hạt nhân dao động theo công suất và tuỳ theo lưu lượng lớn nhất và nhỏ nhất của con sông tiếp nhận. Giá trị xác định là trung bình ngày và giới hạn tối đa khối đưa thêm có thể đạt đến 30 ngày giá trị cực đại lớn gấp 10 lần giá trị trung bình năm.

• *Triti $^{3}H^{+}$ (T)*

Đo là một trong số các nguyên tố phóng xạ mà nó được chú ý rất đặc biệt mặc dù sự phát xạ các triti $^{3}H^{+}$ ở mức độ hoạt tính như các nguyên tố kể ở trên và ít nguy hại. Triti sinh ra tự nhiên trong khí quyển, nhưng cũng là một nguyên tố phóng xạ do lượng chất thải ra môi trường khá lớn (của các bãi thử hạt nhân, nhà máy điện hạt nhân).

Nguồn gốc:

- Nước mặt các đại dương: 3n Ci/m^3;

- Nước mưa: 4n Ci/m^3;

- Nước ở các đại lục: 6 đến 24n Ci/m^3;

- Chất thải: 4M Ci/năm trên toàn cầu

99% triti ở trạng thái nước triti ("THO"), khí $^{3}H^{+}$ tư biến đổi bằng cách oxy hoá dưới dạng lỏng hay hơi. Nước triti thấm vào đất, trộn rất dễ dàng vào các chất lỏng sinh học, các chất hữu cơ. Ngược lại với các chất phóng xạ khác, không cố định trên các trầm tích hoặc huyền phù.

2. NƯỚC SINH HOẠT

2.1. Số lượng nước cần thiết

Ta biết rằng con người dùng một ngày trung bình 2 lít nước cho nhu cầu uống và nấu ăn, lượng nước này phụ thuộc vào điều kiện khí hậu và có thể thay đổi từ 3 đến 4 lít ở các nước nhiệt đới, nhưng nó lại rất ít so với lượng

http://tieulun.hopto.org

nước tiêu thụ ở nhà. Lượng nước này thay đổi từ một vài lít/ngày ở những nước không có hệ thống cấp nước và ít tiện nghi cho đến vài trăm lít đối với các nước phát triển.

Trong nhu cầu này cần phải tính thêm nước tiêu thụ ở khu vực thứ ba (các văn phòng trung tâm thương mại) và các dịch vụ công cộng khác (trường học, bệnh viện, bể bơi, làm sạch đường phố) cũng tiêu thụ một lượng nước lớn. Ngoài ra một số ngành công nghiệp cũng sử dụng nước cấp thành phố.



Hình 12. Đài phun nước La Défense (Paris)

Nơi ở	Phân bố	Số lượng nước phân phối (lít/ngày) cho một người dùng	
		Khoảng giới ...	...ung bình
Đô thị	Trong nhà ở	70 - 250	140
	Đài phun nước	25 - 70	40
Nông thôn	Trong nhà ở Ngoài nơi công cộng	25 - 70	40

Cuối cùng, nhu cầu về nước cũng phải tính đến trạng thái mạng đường ống và tổn thất trong đường ống. Người ta định nghĩa hiệu suất của mạng là tỷ số giữa thể tích nước tính ở hộ tiêu thụ với thể tích nước chảy khỏi nhà máy. Một mạng tốt có thể đạt được hiệu suất 80%. Ở nước Pháp, hiệu suất nhỏ hơn 70% cho khoảng 50% các mạng, và nhỏ hơn 60% đối với 25% số mạng.

http://tieulun.hopto.org

Nơi ở	Lượng nước (m^3/đầu người trong năm)	Nơi ở	Lượng nước (m^3/đầu người trong năm)
Nông thôn	12 đến 50	Paris	150
Nhà riêng	110	Lyon	140
Nhà tập thể		New-York	500
- H.L.M.	60		
Lịch sự	200		
Văn phòng	25		

Ghi chú. Theo cách tính toán nước của thành phố Liông

Bảng trên chỉ nhu cầu nước khác nhau cho các hộ tiêu thụ nước

2.2. Tại sao phải xử lý nước?

Trong tất cả các trường hợp, nước sử dụng cho các hộ tiêu thụ được cấp bằng mạng ống dẫn phải được xử lý, ngay cả khi con người chỉ dùng trực tiếp một lượng rất ít. Có thể rất nguy hiểm cho sức khoẻ cộng đồng và quá đắt nếu ta dùng hệ thống mạng kép, nghĩa là một mạng dùng cho việc ăn uống, còn một mạng dùng cho các sử dụng khác.

Dù cách sử dụng thế nào đi chăng nữa, nước đưa đến vòi nước của hộ tiêu dùng phải là nước uống được nghĩa là đáp ứng những quy định hiện hành

Cần phải xử lý nước, khi mà một trong các thông số phân tích vượt quá tiêu chuẩn hiện hành ở mỗi quốc gia. Tổ chức y tế thế (L'OMS) giới xây dựng cho mỗi một tham số các yêu cầu bảo đảm phù hợp cho mỗi nước, phụ thuộc vào tình trạng vệ sinh và điều kiện kinh tế của nước đó để đưa tới các tiêu chuẩn quốc gia.

2.3. Các chỉ tiêu để chọn

Sự lựa chọn nước để xử lý trước khi phân phối cho người sử dụng phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Đối với mỗi một nguồn nước (nước ngầm, nước mặt chảy hoặc đọng), ta cần đánh giá:

- *Về số lượng:* Nguồn nước có khả năng cung cấp đủ lượng nước cần thiết trong tất cả mọi tình huống hay không. Ở các nước có lượng mưa thay đổi lớn, cần phải chứa nước ở các hồ trong mùa mưa để có nước dự trữ cung cấp trong mùa khô;

http://tieulun.hopto.org

- *Về chất lượng*: Chất lượng nước tự nhiên mà ta sử dụng phải so sánh với chất lượng nước hiện hành ở một số nước. Cần phải xác định phương pháp xử lý phù hợp nhất để uống được. Phương pháp này phải phù hợp với sự thay đổi chất lượng nước trong quá trình các năm trước (thay đổi ngày, mùa, khí hậu) và sự thay đổi tiềm năng mà ta có thể dự tính trong tương lai (ví dụ sau khi ngăn đập). Ngoài ra cần phải nhớ rằng, nước ngầm không đồng nghĩa với nước sạch vì có nhiều lớp nước bị ô nhiễm do vi khuẩn hoặc các nitrat, các sản phẩm vệ sinh thực vật, dung môi chứa Clo, hoặc hyđrôcabua,

- *Về mặt kinh tế*: Cần phải so sánh giá thành đầu tư và chi phí vận hành đối với mỗi nguồn nước có sẵn, để bảo đảm đồng thời số lượng và chất lượng nước cung cấp: dữ trữ và vận chuyển nước thô, xử lý nước, dữ trữ và vận chuyển nước đã xử lý.

2.4. Nhiễm bẩn sinh học

Tất cả các loại nước đều có thể bị ô nhiễm do vi sinh vật.

2.4.1. Vi khuẩn và virut

Các vi khuẩn là chất chỉ thị sự ô nhiễm phân, thải ra cống rãnh, được nước cống rãnh thành phố đưa ra môi trường, dù đã qua xử lý hay chưa. Các vi khuẩn này biểu hiện khả năng nhiễm bẩn bởi các vi khuẩn hoặc virut, gây bệnh cho con người. Sự phát triển các mầm không có ích có thể tạo ra vấn đề nghiêm trọng trong mạng phân phối nước: tiêu thụ oxy hoà tan, ăn mòn, xuất hiện mùi hôi.

2.4.2. Các loại vi sinh khác nhau: thực và động vật nổi

Nước mặt chứa nhiều chất hữu cơ tạo thành lớp thực vật và động vật nổi. Rất nhiều trong số các chất này có các hợp phần (đó là một số khuẩn tia, một số tảo lam) làm cho nước có vị xấu và mùi hôi. Một số khác gây bệnh cho người (amibe). Sự có mặt của tảo và sinh vật trong mạng ống (Asellus, copépot, Nématod) làm khó chịu cho người tiêu thụ, và sự phát triển của chúng có thể đưa đến rối loạn lớn (tăng trưởng vi khuẩn, tạo nên cặn bã, làm xuất hiện điều kiện yếm khí).

Ngoài ra, trong quá trình phát triển và thời điểm chết, một số vi khuẩn sinh ra một số chất chuyển hoá độc hại cho các động vật cao cấp (ví dụ tảo lam).

2.5. Tạp chất vô cơ

Một số tạp chất có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của nước về mặt thẩm mỹ hoặc các tác động của nó trong mạng phân phối, nhưng không có tác hại nào đối với sức khoẻ của người tiêu thụ.

http://tieulun.hopto.org

2.5.1. Tạp chất không gây tác hại cho sức khoẻ

• *Độ đục*

Đó là tham số đầu tiên mà người tiêu thụ nhận biết, do mầu sắc của nó.

Tất cả nước đều đục, nhưng độ đục quá lớn tạo nên các cặn cho người sử dụng. Độ đục cần phải loại bỏ do nhiều lí do khác nhau:

- Cho phép sự khử trùng tốt;
- Loại bỏ tất cả ô nhiễm hấp phụ trên các chất huyền phù (kim loại nặng);
- Tránh tất cả sự lắng đọng trong hệ thống phân phối nước.

• *Mầu sắc*

Mầu của nước gây nên do một số tạp chất muối khoáng (sắt), nhưng cũng do một số chất hữu cơ (axít humic, fulvic). Cần phải loại bỏ mầu sắc như đồng thời loại bỏ một số chất hữu cơ không mong muốn (trước hết là các hợp chất dạng halogen).

• *Tính khoáng hoá*

Độ kiềm và độ cứng tham gia vào phản ứng cân bằng cacbonat canxi của nước cùng với độ pH và axít cacbonic hoà tan. Người ta tìm cách làm cân bằng các chất này trong nước để tránh sự đóng cặn hoặc ăn mòn mạng ống dẫn.

Một lượng lớn sunfat có tác dụng đến mùi vị của nước và có thể gây nên bệnh đường ruột. Một số lượng quá lớn của Clorua cũng gây nên mùi lạ cho nước và ăn mòn đường ống.

• *Một số kim loại*

Sắt và mangan tạo ra mầu sắc và là nguồn gốc của sự lắng đọng ăn mòn trong mạng ống dẫn. Vả lại chúng gây cảm giác có mùi tanh của nước cũng như các kim loại khác như đồng, nhôm, thiếc.

• *Khí hoà tan*

H_2S là chất yếm khí có thế năng oxy hoá khử quá thấp, nó tạo nên mùi khó chịu và là nguồn gốc của sự ăn mòn. Cần phải loại bỏ nó.

• *Amôni* NH_4^+

Không có hiệu ứng đáng kể cho sức khoẻ của người tiêu dùng, nhưng sự có mặt của nó trong nước là một chỉ thị của sự ô nhiễm. Trong nước ở dưới sâu, sự có mặt của NH_4 có thể ở trạng thái cân bằng do điều kiện yếm khí của lớp nước. Amoni cần loại bỏ trong nước tiêu dùng, vì đó là nguồn dinh dưỡng cho một số vi khuẩn sinh trưởng trong mạng ống dẫn.

http://tieulun.hopto.org

2.5.2. Tạp chất có hại cho sức khoẻ

2.5.2.1. Phương pháp nghiên cứu

Điều khó khăn là nghiên cứu ảnh hưởng của một số sản phẩm gây hại trực tiếp cho con người. Để kiểm tra các tai nạn gây ra do chất độc mạnh từ một số sản phẩm gây nên cái chết (do nhiễm độc) ta có thể tiến hành nghiên cứu dịch tễ học mà mục đích của nó có liên quan đến sự ăn uống một số sản phẩm có tính chất giết hại con người, gây ung thư hoặc các bệnh khác.

Tuy nhiên, có rất nhiều yếu tố có thể can thiệp vào môi trường sống của mỗi cá thể và tính linh hoạt của dân chúng trong cuộc sống hiện đại. Nghiên cứu dịch tễ học mất nhiều thời gian và tốn kém mà kết quả chưa có độ tin cậy cao. Do vậy thích hợp nhất là sử dụng phương pháp thực nghiệm.

Để nâng cao nhận thức về tác dụng của các ô nhiễm khác nhau đối với sức khoẻ của các hộ tiêu thụ, việc nghiên cứu và thực nghiệm không thể tiến hành trực tiếp trên con người mà trên một số động vật có độ nhạy cảm gần với độ nhậy cảm của con người. Rồi sau đó kết quả thu được ngoại suy cho người bằng mô hình lập lại gần đúng giữa động vật và người.

Kết quả quan sát trên các động vật khác nhau có thể mô tả theo nhiều cách:

- *Chất độc mạnh*: sản phẩm làm cho động vật chết rất nhanh. DL50 biểu hiện lưu lượng gây chết, nó sẽ gây ra cái chết cho 50% cá thể trong thời gian đã cho (ví dụ 24h).

- *Tính độc lâu dài*: đó là liều lượng mà sự tiêu hoá nó lặp lại hàng ngày gây nên sự chết yếu của con người. Sự trao đổi chất của mỗi cá thể có thể chịu được không nguy hiểm với một liều lượng ăn uống mỗi một ngày trong suốt một đời. Đó là ADI (Acceptable Daily Intake).

- *Độc hại tế bào*: nghiên cứu tính độc hại có thể thực hiện bằng cách dùng tế bào cấy thay cho vật thể sống. Sản phẩm thế được nghiên cứu gây nên sự chết với một tỷ lệ phần trăm nào đó của tế bào: ta định nghĩa đó là tính độc hại tế bào.

- *Sự chuyển hoá*: việc tiêu hoá các sản phẩm gây nên một sự thay đổi trong mỗi cá thể. Nguy hiểm của việc thay đổi đột biến tồn tại ở bất kỳ liều lượng nào. Nguy hiểm là nhỏ khi liều lượng nhỏ và nguy hiểm tăng khi liều lượng tang.

- *Hiệu ứng ung thư*: sự thể hiện của các cá thể ở sản phẩm nghiên cứu hoặc sự tiêu hoá làm xuất hiện các u ác tính. Cũng như hiệu ứng chuyển hoá đột biến, ung thư tồn tại ở bất kỳ liều lượng ăn uống nào.

http://tieulun.hopto.org

2.5.2.2. Các tạp chất chính

• *Kim loại*

Cadimi Crôm, chì, thuỷ ngân, xêlen, arxen, phải được khử ra khỏi nước. Nói chung, chúng bị hấp thụ bởi các chất lơ lửng có mặt trong nước thô. Việc loại bỏ các chất lơ lửng đủ bảo đảm việc loại bỏ chúng. Trong một số trường hợp, các kim loại có thể là phức chất hoặc dưới dạng chất hữu cơ tự nhiên (ví dụ thuỷ ngân) hoặc ở thành phần hoá học của chất thải công nghiệp hoặc dân dụng. Việc xử lý cần phải phá huỷ các hợp chất này để bảo đảm loại trừ chúng.

• *Nitrat*

Tăng nồng độ nitrat trong nước thô, cần phải loại bỏ, vì tính độc hại của nó, khi có nồng độ lớn trong nước sinh hoạt. Chúng gây ra bệnh mêtanhêmoglobin ở trẻ em.

• *Sợi amian*

Sợi amian như đã biết là phần tử gây ung thư trong không khí do hít thở phải. Hiệu ứng ung thư của sợi amian chứa trong nước uống không có minh chứng trực tiếp. Tuy nhiên người ta muốn loại bỏ nó. Các sợi amian có thể kéo theo trong hơi nước (nước nóng để tắm). Việc giảm độ đục bảo đảm loại bỏ sợi amian một cách đáng kể.

• *Độ cứng*

Nó không có hiệu ứng rõ rệt đến sức khoẻ, nhưng làm mềm nước bằng quá trình trao đổi ion trong chu trình natri làm tăng hàm lượng natri trong nước, một hàm lượng lớn natri xem như một sự ưu tiên cho bệnh tăng huyết áp.

• *Fluo*

Nồng độ lớn Fluo gây nên hiện tượng fluo hoá xương. Trong trường hợp này, nhất thiết phải giảm nồng độ fluo.

2.6. Tạp chất hữu cơ

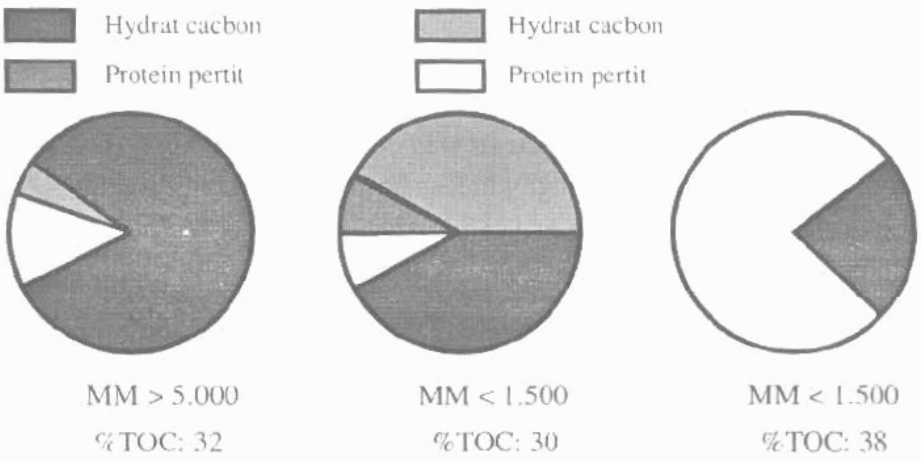
Rất nhiều chất hữu cơ tự nhiên có trong nước ngầm và nước mặt. Chúng được chia thành 6 nhóm chính: các chất có mùn, axít, hydrôphilit, axit carboxylic, axít peptit và axít amin, hydrat cacbonat và hydrocacbua. Hình 13 trình bày cấu tạo thành phần cacbon hữu cơ trong nước tự nhiên, phân loại theo khối lương mol (MM).

Ta cũng thấy chất hữu cơ được tạo nên từ các hoạt động của đô thị. Phân tích các đặc tính hữu cơ bằng các phép đo chỉ số tổng thể, hoặc phép đo các nhóm phản ứng hoặc các phép đo các chất xác định.

http://tieulun.hopto.org

2.6.1. Các tham số tổng quát

Đó là những phép đo mà kết quả không biểu thị nồng độ của một chất hữu cơ xác định nào, nhưng có liên quan đến đặc tính chung của nhiều chất.



Hình 13. *Sự phân bố thành phần cacbon hữu cơ của nước sông Xen (theo Bruchen 1985)*

Giá trị permanganat và tổng cacbon hữu cơ: chỉ thị nồng độ chất hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên (axít fulric, axít humic) hoặc do các chất thải của thành phố, công nghiệp. Điều mong muốn là nồng độ của các yếu tố này trong nước đã xử lý giảm đến mức có thể để tránh tất cả sự phát triển của vi sinh vật trong mạng đường ống phân phối.

Việc hấp thụ được đo bằng tia tử ngoại ở bước sóng 254nm chỉ thị nồng đô bằng mới liên kết kép (chất béo, cacboxylic, benzen).

CLOT (hoặc XOT) chỉ thị nồng độ các chất hữu cơ chứa clo (hoặc halogen). Nó tăng sau khi clo hoá nước và sẽ giảm theo thời gian khi đưa nước tới vòi của hộ tiêu thụ.

• *Lợi ích của các tham số tổng quát*

Ta không thể liên hệ một tham số tổng quát với một phép đo độc tính hoặc độc tính tế bào tác dụng gây ung thư hoặc chuyển hoá đột xuất, do vậy phải xác định nồng độ giới hạn trên cơ sở một hiệu ứng nào đó có liên quan đến sức khoẻ của người tiêu thụ. Nhưng sự hiểu biết các tham số tổng quát theo dây truyền xử lý nước cho phép tối ưu quy trình xử lý nước của một trạm và so sánh với các hệ khác.

http://tieulun.hopto.org

2.6.2. Thuốc trừ sâu và các chất điều chỉnh sự phát triển của thực vật

Các sản phẩm này dùng trong nông nghiệp để chống sâu bệnh thực vật. Một số loại thuỷ phân khá nhanh, nhưng một số khác rất bền vững và tích lại trong hàng loạt thực phẩm. Một số loại là độc hại, một số khác chuyển hoá hoặc gây ung thư. Tổ chức y tế thế giới đã đưa ra (năm 1985) các ADI đối với một số sản phẩm.

Ta có thể gặp ngày càng nhiều simazin và atrazin. Điều quan trọng hơn cả là phải loại bỏ các sản phẩm nguy hiểm cho sức khoẻ người tiêu thụ.

Hợp chất hoặc nhóm chất đồng phân	Liều lượng bảo đảm (µg/l)	ADI (mg/kg trên một đầu người)
DDT (toàn bộ các nhóm đồng phân)	1	0,005
Aldrin và dialdrin	0,03	0,0001
Clodan (toàn bộ đồng phân)	0,3	0,001
Hetaclo và hexiclo êpoxy	0,1	0,0005
Garma HCH	3	0,01
Méthoxy clo	30	0,1
2.4. Diclo phênoxy axetic	100	0,3

2.6.3. Hợp chất halogen (xem mục 2.8)

2.6.4. Dung môi chứa clo

Các chất này làm nhiễm bẩn các lớp nước ở sâu do nước thải công nghiệp, sự xả nước vào các giếng đã bỏ, sự thấm của nước rỉ bãi rác. Các chất này gây nên ung thư và sự chuyển hoá đột biến do đó cần phải loại bỏ chúng. Ta có thể kể ra như: tetraclorua cacbon. 1.2. dicloêtan; 1.1. dicloêten và 1.1.1. tricloruaêtan.

2.6.5. Phênol và các chất dẫn xuất

Phênol và các chất dẫn xuất là một chỉ số ô nhiễm công nghiệp. Khi trong nước có clo, một lượng rất ít của phênol cũng gây ra mùi vị của clorophênon trong nước. Nếu bình thường chỉ cần giảm hàm lượng phênol tinh khiết đến 1µg/l để có thể khử vị, thì người ta có thể phát hiện trong một số trường hợp một dải vị clorophênol với hàm lượng từ 0,1 đến 0,01µg/l. Ngưỡng phát hiện cảm giác của clorophênol rất rộng, nhỏ hơn giá trị nguy hiểm cho sức khoẻ

http://tieulun.hopto.org

người tiêu thụ. Phải loại bỏ chất này cho đến khi không phát hiện được mùi vị của nó.

2.6.6. Hydrocacbua

Hydrocacbua có thể làm ô nhiễm nước mặt hoặc nước ngầm, chủ yếu từ chất thải khác nhau của công nghiệp hoá dầu. Các hydrocacbua thơm hoà tan rất tốt. Ta có thể thấy ở dầu mỏ, dầu hoả, xăng, dầu mazút, các dầu và mỡ bôi trơn. Độ phân huỷ sinh học của chúng rất chậm. Trong trường hợp ô nhiễm tức thời làm cho công trình thu nước ở ven sông bị ngừng trệ, rút ngắn tuổi thọ, nó giữ lại khá lâu trong nước ngầm (đôi khi nhiều năm do khả năng giữ lại của đất). Đó là lý do để các nguồn nước ngầm phải bảo vệ nghiêm ngặt chống lại nguy cơ ô nhiễm do hydrocacbua .

• *Sự nguy hiểm và tác động của các chất độc*

- Tạo ra một lớp mỏng gây ngăn cản việc tái oxy hoá lại của nước mặt làm chậm quá trình tự làm sạch.

- Làm nhiễu loạn trạm xử lý nước uống, sự kết bông và lắng gạn bị gián đoạn, các vật liệu có nguy cơ bị tắm lâu dài.

- Xuất hiện mùi vị ở ngưỡng biến thiên rộng tuỳ theo các sản phẩm (từ 0,5µg/l đối với xăng đến 1mg/l đối với dầu và chất bôi trơn).

- Độc tính: rất nguy hiểm cho nước uống với liều lượng lớn hơn ngưỡng xuất hiện mùi vị. Người ta khẳng định bệnh ngoài da gây nên do các sản phẩm phụ của mazut.

2.6.7. Chất thơm có nhiều vòng hydrôcacbua (H.P.A.)

Một số trong các chất này gây bệnh ung thư rất mạnh, cần phải loại bỏ hết trước khi cấp nước. Trong số các chất đó phải kể đến benzopoyren, benzoforante, benzooooerylen, indenopyrebn.

2.6.8. Polyclobiphenyn (PCB)

Sản phẩm này được phát triển trong những năm gần đây do có nhiều công dụng khác nhau: chất dẻo, dung môi, chất bôi trơn, chất lỏng mang nhiệt. Đặc biệt chúng được dùng trong việc chế tạo các máy biến thế và tụ điện. Chúng rất phổ biến ở Pháp dưới tên thương mại: Pyralen. Bằng cách đốt cháy hay nhiệt phân. Chúng sinh ra các chất rất độc như "*furan*" (policlodibenzo) hoặc "*dioxin*" (plyclorodibenzo dioxine).

http://tieulun.hopto.org

Các sản phẩm này đặc biệt bền vững và lan truyền nhanh ra môi trường. Chúng được đồng hoá bởi các cơ thể sống và có thể truyền đến các hệ thống cung cấp nước. Mặc dù chưa được chứng minh một cách chính thức, nhưng tính độc hại của chúng rất đáng nghi ngờ.

2.6.9. Chất tẩy

Các chất tẩy là các hợp chất tổng hợp có hoạt tính bề mặt, nó có mặt trong nước thải đô thị và công nghiệp. Các sản phẩm thương mại chứa các thành phần hoạt tính: ở dạng tác nhân bề mặt và các chất phụ gia

• *Tác nhân bề mặt* : Cấu trúc của nó cho phép làm thay đổi tính chất vật lý bề mặt bằng cách làm giảm sức căng bề mặt và tạo cho chúng tác dụng làm sạch. Người ta phân biệt thành:

- Các tác nhân bề mặt anion: Các chất thường hay sử dụng là các chất rắn phân huỷ sinh học yếu, có cấu trúc dạng nhánh như ankyebenzen sunfonat (ABS). Chúng chịu trách nhiệm chính về các vấn đề đặt ra do sự có mặt của thuốc tẩy trong nước. Nói chung chúng được thay cho các thuốc tẩy ở mắt xích thẳng, khả năng phân huỷ sinh học nhỏ hơn 80%.

Đo nồng độ các tác nhân bề mặt loại anion thực hiện dễ dàng bằng liều lượng màu xanh của mêtye. Người ta có thể theo dõi dễ dàng sự phân huỷ sinh học theo thời gian.

- Tác nhân bề mặt không chứa ion (hiện nay được dùng trên cơ sở ankyeplênoe, phương pháp tạo rượu polyêyoxyle). Sự sử dụng chúng có xu hướng phát triển, nhưng phương pháp định liều lượng còn có nhiều vấn đề.

- Tác nhân bề mặt cation, được cấu tạo từ muối amoni vốn ít được sử dụng và dự phòng để dùng ở liên kết đặc biệt có tính sinh học.

• *Các chất phụ gia:* Trong số chúng có:

- Các chất phụ gia như là pohyphotphát, cacbonat, silicat;

- Tác nhân tẩy trắng và phức chất (polyphosphate. .);

- Chất tăng hoạt tính tẩy rửa, cải thiện tác dụng của chất hoạt tính chính (oxyt amin, cacbonxymetylcenlluto, alanolamit):

- Các chất phụ gia: tác nhân tẩy trăng, peborat, chất tẩy trắng quang học ánh xanh, chất tạo màu, chất thơm;

- Các chất mang muối khoáng cải thiện hình thức của sản phẩm;

- Các enzim được xem như là chất tiền phụ gia và chúng tham gia vào việc thuỷ phân một số các vết bẩn

http://tieulun.hopto.org

• *Nồng độ quan sát được trong nước*. Trước khi nhận các chất phân huỷ sinh học, nồng độ chất tẩy anion trong nước sông thay đổi từ 0,05 đến 6mg/l, sau đó giảm dần. Nồng độ chất tẩy không có ion rất khó thể hiện, do tính đa dạng của phương pháp xác định liều lượng, độ chính xác và giới hạn tách.

• *Tác hại*: Tác hại gây ra do sự có mặt của thuốc tẩy trong nước là:

- Tạo thành bọt cản trở quá trình lọc tự nhiên hoặc nhân tạo, tập trung các tạp chất và có khả năng phân tán vi khuẩn và virut. Nồng độ chất tẩy anion lớn hơn hoặc bằng 0,3mg/l cũng đủ để tạo thành lớp bọt ổn định;

- Làm chậm quá trình chuyển đổi và hoà tan oxy vào nước, ngay cả khi không có bọt, do tạo ra một lớp màng ngăn cách trên bề mặt.

- Làm xuất hiện mùi xà phòng, khi hàm lượng cao hơn ngưỡng tạo bọt.

- Tăng hàm lương photphat đưa tới việc kết hợp polyphôphat với tác nhân bề mặt, dễ dàng phu dưỡng hoá nước hồ và sinh trưởng của thực vật nổi ở các sông. Ở một số nước phần lớn polyphotphat được thay bằng axit nitrilotriaxetic (NTA).

- Tăng dần hàm lương Bo của nước bề mặt và ở nước ngầm do dùng nhiều chất pebotat sodi được sử dụng trong thuốc tẩy. Các chất tẩy không độc đối với vi khuẩn, tảo và cá và các chất hữu cơ khác của một dòng sông, khi nồng độ nhỏ hơn 3mg/l.

Cuối cùng các enzim sản xuất gần đây thêm vào thuốc tẩy không gây hại môi trường của các hộ tiêu thụ và các trạm lọc. Sự dẫn chất tẩy mà ngưỡng phân huỷ sinh học vào khoang 80% được nâng cao đáng kể, ít nhất cho các thuốc tẩy anion mà ta đã biết rất rõ cách kiểm tra.

Chất tẩy không có ion có một ý nghĩa lớn, chúng thuận lợi cho việc tạo bọt do các aion và ổn định chúng. Các chất không ion hiện nay được sử dụng là trơ lì với phân huỷ sinh học, đặc biệt ở mùa lạnh.

2.7. Sự phóng xạ

Tiêu hoá các sản phẩm chứa phóng xạ gây cho người một hậu quả thế hệ, làm xuất hiện các u ác tính hoặc hiệu ứng đột biến đến nòi giống con người.

Nước sản xuất ra phải tuân theo quy luật hiện hành ở mỗi quốc gia. Việc xử lý cần áp dụng là làm kết tủa bằng vôi, trao đổi ion hoặc thẩm thấu ngược.

2.8. Sự ô nhiễm phụ

Đưa một chất phản ứng vào nước dẫn đến hai dạng ô nhiễm chính: Chính do tạp chất của chất phản ứng và sản phẩm phản ứng với các chất hữu cơ có trong nước.

http://tieulun.hopto.org

2.8.1. Tạp chất do các chất phản ứng

Ở nhiều nước, việc sử dụng một chất phản ứng phải được sự đồng ý của tổ chức y tế. Đối với mỗi một chất phản ứng, pháp luật quy định trước một nồng độ tối đa tạp chất mà các nhà sản xuất phải chấp hành. Cần phải thực hiện phân tích chính xác các sản phẩm. Trong trường hợp mà ta khẳng định có tạp chất thì phải kiểm tra dây chuyền xử lý đã có đảm bảo được việc loại bỏ chúng.

• *Chất keo tụ vô cơ*: Một số chất keo tụ được điều chế từ các chất vô cơ hay kim loại, có thể chứa các tạp chất với số lượng không bỏ qua được: axít ăn mòn boxit để điều chế sunfat nhôm, axít ăn mòn khung kim loại để điều chế clorua ferit. Chất ăn mòn này cũng hoà tan các tạp chất (tungsten, magan, arsen).

Các chất keo tụ khác được điều chế từ các sản phẩm phụ của công nghiệp khác. Clorua sunfat ferit điều chế từ sunfat sắt có thể từ công nghiệp titan, có thể chứa một hàm lượng lớn mangan.

• *Chất điện phân tổng hợp, chất phụ gia*

Các chất điện phân tổng hợp được điều chế từ polyme hoá các chất đơn phân (poly crylamides, polyamines). Trong xử lý nước uống, quy định của mỗi nước có thể xác định loại đơn chức dùng được, hàm lượng cực đại các đơn phân cho phép trong polyme và tỷ lệ xử lý lớn nhất có thể để sử dụng (0,5% chất đơn phân acrylamide trong trường hợp các polymeacrylamide).

• *Hiệu chỉnh độ pH*. Cần phải kiểm tra tạp chất canxi và xút, cần phải kiểm tra để loại bỏ thuỷ ngân (xút điều chế bằng phương pháp màng).

• *Khử trùng bằng clo*: Khử trùng bằng clo là giai đoạn xử lý cuối cùng, trước khi khử trùng cần phải kiểm tra độ tinh khiết của sản phẩm.

• *Khí rửa*. Không khí được dùng trong một số công đoạn của quy trình xử lý có thể chứa các nguyên tố không mong muốn: tạp chất của khí quyển, khí thải, khói, vi khuẩn khí...

2.8.2. Tạp chất do phản ứng của chất phản ứng với các chất hữu cơ của nước

Trong pha oxy hoá, các chất oxy hoá tác dụng trong suốt quá trình xử lý (ôzon, dioxit, clo) có thể phản ứng với các chất hữu cơ có trong nước. Đặc biệt clo phản ứng đối với một số chất để tạo nên hợp chất halogen. Phản ứng

http://tieulun.hopto.org

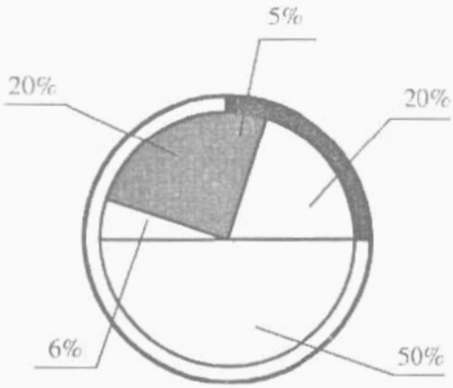
này xảy ra trực tiếp do clo có mặt trong nước dưới dạng clo hoặc bằng một chất halogen khác (brôm, iốt) có thể thay thế clo (ta sẽ có XO phản ứng với các chất hữu cơ để tạo nên hợp chất hữu cơ halogen).

Phản ứng cơ bản để tạo nên các hợp chất tri halomêtan như sau:

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 3\,OX^- \rightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + CHX_3 + 2OH$$

Các chất hữu cơ chứa cacbonic sinh ra ở phản ứng chủ yếu là mêtylxêtôn hoặc một cách tổng quát: tất cả các sản phẩm hữu cơ tạo ra bởi chất ôxy hoá có thể bị ôxy hoá thành mêtylxêtôn.

Clo hóa các hợp chất hữu cơ cũng đưa tới việc tạo thành các hợp chất khác mà ngày nay ta cũng còn chưa biết hết (hình 14).



Chưa xác định
Dạng halo
Haloxêton triclo axêtôn
Axít halo aliphatic
- acide trichloro acétique TCAA
- acide dichloro acétique DCAA
Haloromatic
OX bay hơi
OX không bay hơi

Hình 14. *Hợp chất halogen có mặt sau khi clo hoá nước*

• *Độc hại:* Tất cả các sản phẩm đều có thể nghi vấn gây ung thư. Điều quan trọng là hệ thống vận chuyển và vận hành các thiết bị xử lý nước phải giảm nhỏ hàm lượng trihalomêtan đến mức như có thể có.

Cũng đừng quên rằng việc nghiên cứu để giảm hàm lượng hợp chất hữu cơ chứa clo cũng không làm hỏng tính khử trùng của nước được cấp.

http://tieulun.hopto.org

2.9. Ô nhiễm ngoại sinh

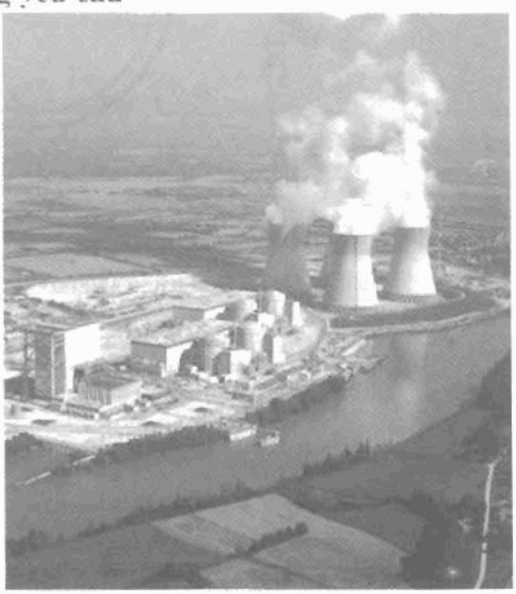
Các chất cấu tạo từ một số sản phẩm đã dùng để xử lý nước có thể là nguồn gốc ô nhiễm. Ví dụ đó là các nhựa trao đổi ion hoặc các màng. Một số quy định cho trước đối với các sản phẩm cho phép sản xuất thành các nhựa hoặc màng trao đổi ion. Việc thử được tiến hành để kiểm tra xem nó có một sự nới rộng nào không, khi dùng ở giữa dây chuyền xử lý nước (khử nitrát bằng các lớp nhựa trao đổi ion).

Các vật liệu cấu tạo mạng phân phối nước cũng có thể là nguồn gốc ô nhiễm: Chất dung môi được dùng để sơn và bọc các công trình. Đơn chất và chất phụ gia sử dụng khi sản xuất các ống nhựa, kim loại làm các rôbinê hoặc ngay cả chì trong các ống (nguy hiểm nhiễm độc do chì). Đặc biệt trong các mạng tư nhân. Một số trong các vật liệu này có thể chứa nhiều cácbon hữu cơ, nó có thể là nguồn cấp cho các vi khuẩn thông thường và kích thích việc tăng trưởng vi sinh vật trong mạng phân phối, chúng có thể gây nên mùi khó chịu.

3. NƯỚC DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP

3.1. Sử dụng nước và chất lượng yêu cầu

Chất lượng nước cần thiết cho công nghiệp đều khác nhau và tương ứng với số lượng sử dụng tăng thêm không đều. Nếu các xí nghiệp nhỏ và trung bình thường dùng nước sinh hoạt là đủ hoặc dùng giếng khoan, còn ở các nhà máy lớn lại muốn sử dụng các nguồn nước rẻ tiền hơn, kể cả nước biển. Ngoài ra, để bảo đảm nhu cầu ngày càng tăng của nước cần áp dụng chu trình tuần hoàn và sự thay đổi chức năng của nước.



Hình 15. *Tháp làm lạnh nhà máy điện nguyên tử.*

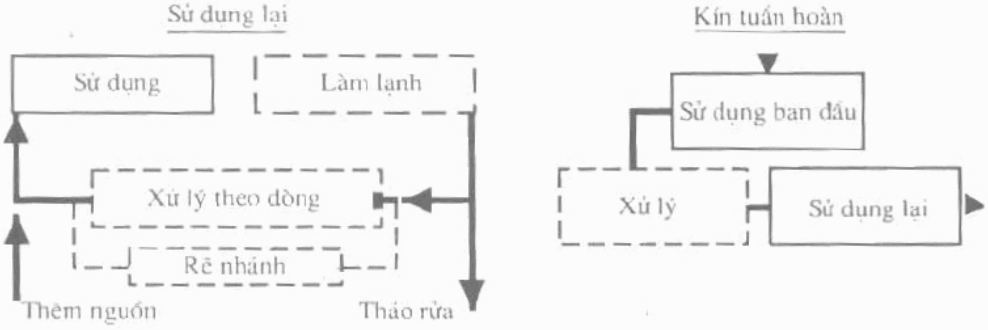
http://tieulun.hopto.org

3.1.1. Chức năng cơ bản của nước trong công nghiệp.

Công dụng	Ứng dụng chính
Hoá hơi	Nồi hơi, làm ẩm không khí
Trao đổi nhiệt	Sự tích tụ áp lực, sự làm nguội chất lỏng và chất rắn, sự sưởi ấm
Rửa bằng khí	Luyện kim, thiêu rác thải sinh hoạt, khử hợp chất lưu huỳnh tự nhiên
Rửa chất rắn Vận chuyển chất rắn Sự súc rửa bề mặt Vận chuyển ion	Than, quặng, sản phẩm nông nghiệp Bột giấy, than, nghiền bột, I.A.A. bột màu điện chuyển Xử lý bề mặt, bán dẫn, vi điện tử, thuốc nhuộm. Bể xử lý bề mặt, chất lỏng cắt nước
Dập tắt	Than cốc, xỉ, sự tạo hạt, đúc
Duy trì áp suất	Thu hồi sản phẩm phụ dầu mỏ
Động năng	Sự tách muội sắt, sự tạo hạt khác nhau (xỉ, loại trừ vết nứt kim loại)
Chế tạo	Bia và đồ uống có gaz

Nước có thể chỉ dùng cho một công dụng (hình 16).

- *Ở vòng hở hoặc điểm cấp trực tiếp.*
- *Ở vòng tuần hoàn kín*, có hoặc không có biến chất, hoặc ở hai công dụng khác nhau nối tiếp: sử dụng lại.



Hình 16. *Tuần hoàn kín và sử dụng lại nước*

3.1.2. Tuần hoàn kín không làm biến chất nước

Chu trình này gồm việc sử dụng vô hạn cùng một loại nước ở cùng một nơi sử dụng không gây ô nhiễm. Điểm cấp thêm nước nguồn để bù vào các tổn thất khác nhau dưới dạng chất lỏng (rò rỉ, dẫn động, cuốn theo hơi nước) hoặc dưới dạng hơi, khi có thiết bị hoá hơi. Bình thường không sinh ra sự

http://tieulun.hopto.org

biến chất đáng kể của nước do có thêm các ion lạ, hoà tan khí hoặc phân tán các chất hữu cơ hoặc vô cơ. Riêng chỉ có muối ban đầu được cô đặc thêm bởi sự hoá hơi của nước. Hai ví dụ thường dùng của chu trình tuần hoàn kín là sự làm lạnh bằng không khí còn gọi là vòng nửa hở và sử dụng trong nồi hơi với sự hồi lưu bằng bình ngưng.

Hệ số tuần hoàn có thể cao và sự tăng nồng độ của các muối hoà tan bởi sự hoá hơi do đó cần phải làm sạch sơ bộ để giảm lượng muối hoà tan vào nước cấp thêm và xả bớt cặn ra khỏi hệ thống. Việc đánh giá hệ số nồng độ C trong chu trình kín là việc làm cơ bản và dựa trên tỷ số giữa lượng nước cấp vào A với lượng nước mất đi do tổn thất hoặc xả bỏ D :

$$C = \frac{A}{D}$$

Nếu gọi E là lượng hơi nước thì hệ số nồng độ có thể biểu diễn bằng tỷ số độ muối của nước S và nước cấp thêm s:

$$C = \frac{S}{s} = \frac{A}{D} = \frac{E + D}{D}$$

Người ta cũng sử dụng hệ số tuần hoàn lại R hoặc tỷ số $\frac{Q}{A}$ của lưu lượng tuần hoàn và lưu lượng nạp thêm.

Trong vòng làm lạnh nửa-hở, C thay đổi từ 1 đến 6, thậm chí 10. Thực tế, hệ số này có thể đo được bằng cách so sánh nồng độ clorua trong hệ thống với nồng độ clo trong nước cấp thêm vào. Trong nồi hơi, C rất cao (ví dụ 100 trong PWR).

3.1.3. Tuần hoàn kín nước có biến chất

Điều luôn đặt ra là dùng lại nước đã bị ô nhiễm, có chứa các hợp chất là làm nguồn nạp thêm. Cách sử dụng này có thể:

- *Nối với thiết bị làm lạnh*

- Làm sạch khí với sự có mặt HCl (thiêu đốt rác sinh hoạt);
- Làm sạch khí với sự có mặt của SO_2 (khói nồi hơi);
- Làm sạch khí với sự có mặt của HF, HCN (khí lò cao);
- Khử lớp muối sắt và làm mát máy cán có kèm theo dầu và vẩy sắt;
- Tạo hạt phân đạm với sự hoà tan nitơ amôni;
- Vận chuyển xỉ và dập tắt than cốc có hoà tan hợp chất chứa lưu huỳnh.

- *Không có chức năng làm lạnh*

- Súc rửa ở thiết bị đúc điện với việc đưa vào lượng lớn muối hoà tan;

http://tieulun.hopto.org

- Làm sạch khí trong công nghiệp photphát;

- Vận chuyển nguyên liệu với sự xâm nhập các chất huyền phù và cả muối (xưởng rửa than, sự thuỷ luyện kim).

Hệ số nồng độ muối không còn chỉ do sự hoá hơi gây nên và thực tế thường khó đánh giá, nếu clorua được đưa từ ngoài vào. Ngoài ra do sự ngưng tụ hơi ẩm cũng góp thêm phần khó khăn để đánh giá nước nạp thêm.

Hệ số tuần hoàn lại R chỉ cho phép đánh giá mức độ sử dụng của nước nạp thêm.

Tuỳ theo tầm quan trọng của ô nhiễm mang lại cho hệ thống, cần phải giảm nồng độ các chất bẩn bằng một trạm làm sạch đặt trong chu trình hoặc rẽ nhánh (16).

Khi ô nhiễm đáng kể (trường hợp nước để rửa khí), độ muối và tạp chất của nước cấp thêm trở thành tham số thứ hai và nước cấp thêm không yêu cầu phải làm sạch sơ bộ nữa. Vấn đề cần giải quyết là xuất hiện rất nhiều chất thải công nghiệp phải tuần hoàn lại. Khi ô nhiễm nhẹ, tạp chất trong nước cấp thêm phải được xử lý. Việc xử lý trong mạch của chu trình trở thành định lượng không phải là định tính và ít quan trọng.

3.1.4. Sử dụng lại nước

Tuần hoàn lại chưa phải là cách tiết kiệm nước đầy đủ đối với những nơi quá hiếm hoi. Việc sử dụng lại nước là cách dùng nước nối tiếp với hai chức năng khác nhau. Có thể có một trạm trung gian để tăng áp hoặc xử lý. Nước sử dụng lại thường không cần sạch hơn lần đầu, vậy xử lý trung gian có thể không cần thiết. Ví dụ: việc tháo nước của lò luyện thép bằng oxy ở chu trình nửa-hở có thể cấp trực tiếp cho chu trình rửa khí ở lò cao.

3.1.5. Chọn nguồn nước

Không phụ thuộc vào chỉ tiêu kinh tế, các chỉ tiêu quyết định để chọn nguồn nước là:

- Tính tương hợp của nước với việc sử dụng chúng: Cân bằng calcocacbonic, độ cứng, nhiệt độ, trường hợp tính đến nồng độ, hàm lượng SO_4^{--}, SiO_2, Ca^{++}, Cl^-;

- Tính tương hợp của nước với một số loại xử lý có mục đích (như màng, trao đổi ion)

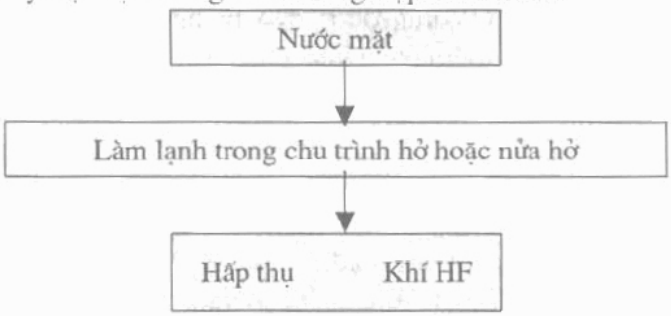
Bảng 3 đưa ra sự lựa chọn cho nguồn nước sẵn có phụ thuộc vào sự sử dụng chúng. Cần phải chú ý các tham số rất khó điều chỉnh bằng quy trình làm sạch trung gian đơn giản (màu sắc, M.O., HPA, SO_4^{--},...).

http://tieulun.hopto.org

Nước biển được dùng không cần giảm độ muối trong hai trường hợp sau:

- Làm lạnh bình ngưng;
- Thu hồi sản phẩm phụ.

Nó cần xử lý độ mặn trong các trường hợp khác nhau.



Bảng 3. Nước dùng trong công nghiệp và nguồn nước

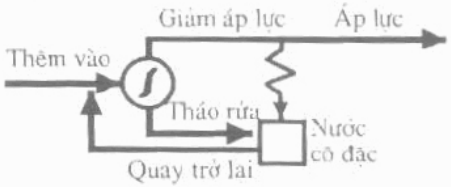
Sự sử dụng		Nguồn nước chấp nhận được (sau khi xử lý thích đáng)
Nước để sản xuất cao cấp	- Bia, đồ uống có gaz - Nông nghiệp thực phẩm - Sản xuất thuốc - Giấy trắng - Công nghiệp dệt - Công nghiệp nhuộm - Hoá chất	Nước chứa muối khoáng trung bình Nước uống hoặc nước giếng khoan Nước mặt ít ô nhiễm
Nước đã khử khoáng chất	- Công nghiệp dược - Nồi hơi NP HP - Chuẩn bị nước tắm - Súc rửa trong đúc điện - Nước siêu sạch - Rửa mặn bằng thẩm thấu ngược	Nước giếng khoan hoặc nước mặt ít bị ô nhiễm
Nước làm lạnh trong chu trình nửa hở	- Làm lạnh bằng không khí	- Nước mặt nghèo Cl^- - Nước thải sau xử lý bậc ba
Nước lạnh trong chu trình hở	- Bình ngưng và trao đổi	- Nước mặt - Nước biển - Nước thải sau khi xử lý
Nước rửa bằng khí hoặc sản phẩm vận chuyển	- Rửa sạch bằng khí kim loại và khí đốt - Rửa sạch bằng than	- Nước mặt đã lọc và gạn lắng sơ bộ - Nước thải sau xử lý bậc hai

http://tieulun.hopto.org

3.2. Nước trong các nồi hơi

3.2.1. Chu trình nước trong nồi hơi

Bất kỳ loại nồi hơi nào, ta cũng có thể lập một mô hình đơn giản mô tả chu trình nước như hình 17. Thiết bị nhận nước cấp từ bình ngưng thu hồi (còn gọi là nước hồi lưu) và nước mới ít nhiều đã được lọc (nước cấp thêm).



Hình 17. *Chu trình nước nồi hơi*

Hơi nước thoát khỏi vùng hoá hơi thường chứa các giọt chất lỏng (giọt nước), các khí (thực tế là khí cacbonic).

Ở áp suất cao, nó vận chuyển các muối bay hơi đi vào dòng hơi thực như: silic ở nhiệt độ rất cao, các clorua.

Nước còn lại ở dạng lỏng dưới đáy nồi hơi chứa tất cả các chất có trong nước cấp vào (trừ các chất đã bị kéo theo hơi nước).

Việc xả bỏ cặn bẩn gọi là "sự thổi sạch" hoặc "sự thau rửa" bằng cách xả qua ống tháo một phần nước của nồi hơi.

Nếu nồi hơi làm việc liên tục, để đơn giản, nếu ta cho là độ muối kéo theo hơi nước có thể bỏ qua được, thì sự cân bằng nồng độ đạt được khi khối lượng muối đã xả qua ống tháo bằng khối lượng của muối đưa vào bởi nguồn nước cấp thêm (Giả thiết nước ở bình ngưng là tinh khiết). Ta có:

$$A \times s = D \times S$$

Trong đó: A - Lưu lượng cấp thêm có nồng độ s;
D - Lưu lượng nước xả ra;
S - Nồng độ muối trong nồi hơi.

$$S = s \times \frac{A}{D}$$

Khi hơi nước bị mất toàn bộ, thì dung tích của trạm xử lý không tính theo sản lượng nước cấp mà theo sản lượng tấn hơi nước T. Cần nhớ rằng $A = T + D$ và hệ số nồng độ biểu diễn bằng biểu thức: $\frac{S}{s} = \frac{T + D}{D}$

Thực tế tỷ lệ phần trăm chấp nhận được của nước tháo trong một thiết bị được giới hạn bởi các chi phí vận hành và đầu tư. Người ta có xu hướng giảm hệ số này tới giá trị ngày càng bé đi.

http://tieulun.hopto.org

3.2.2. Trường hợp nhà máy điện nguyên tử và nồi hơi tuần hoàn cưỡng chế

Một số máy phát dùng ở nhà máy điện nguyên tử không có bình chứa, nên không có khả năng tách ra tất cả các tạp chất tan trong nước cấp, mà ta có thể tìm lại trên bề mặt bốc hơi hoặc trong hơi nước. Phương pháp tính toán ở trên không áp dụng được. Người ta có thể giới hạn một cách nghiêm ngặt các chất lạ trong nước đến giới hạn cho phép.

Cũng như tất cả nồi hơi cũ, loại tuần hoàn cưỡng chế hoặc nồi hơi công nghiệp hoá chất gọi là nồi hơi thu hồi, đặc tính chung là không có bình chứa và giảm nồng độ bằng cách tháo liên tục.

3.2.3. Các nhược điểm gây ra do tạp chất trong nước

Các nguy hiểm mà nước có thể gây ra trong nồi hơi hoặc trong tuabin là:

• *Làm cáu bẩn do cặn kết tủa* tinh thể lên thành nồi hơi làm hạn chế sự truyền nhiệt, tạo nên quá nhiệt cục bộ là nguồn gốc của sự nổ nồi hơi

Chúng càng nguy hiểm hơn khi độ dẫn nhiệt giảm. Các đại lượng quan hệ với độ dẫn nhiệt là:

- Sắt 15kcal/m^{2}h trên độ C;
- $CaSO_4$ 1 đến 2kcal/m^{2}h trên độ C;
- $CaCO_3$ 0,5 đến 1kcal/m^{2}h trên độ C;
- SiO_2 0,2 đến 0,5kcal/m^{2}h trên độ C.

Việc làm cáu bẩn chủ yếu do có muối canxi (cacbonat hay sunfat) ít hoà tan ở nước nóng hơn ở nước lạnh, hoặc nồng độ silic lớn so với độ kiềm của nước trong nồi hơi, ở các nồi hơi lớn, có thể có sự quá bão hoà muối, ở lớp mỏng bề mặt quá nhiệt, hoặc đọng lại một lớp với độ muối nhỏ hơn ở nơi xả.

• *Nước trong nồi hơi*, kéo theo ít nhiều giọt nước theo hơi nước (dạng bọt hoặc sương mù), chính nó làm giảm hiệu năng của hơi nước và tạo ra quá nhiều chất thải muối tinh thể lên thiết bị và tuabin. Điều đó có quan hệ đến độ nhớt và xu hướng tạo bọt của nước. Chúng cũng phụ thuộc vào độ kiềm và một số chất hữu cơ trong nước và độ mặn tổng thể. Một bộ phận quan trọng của nước trong nồi hơi cũng phụ thuộc vào đặc tính của nồi hơi và chế độ bốc hơi.

• *Sự lôi kéo vào hơi nước của chất bay hơi* ở nhiệt độ sôi mà độc hại nhất là hơi silic sinh ra ở nhiệt độ trên 250°C. Các muối này lắng trên cánh tuabin, làm rối loạn nghiêm trọng hoạt động của chúng. Sự lôi kéo theo càng lớn khi áp suất và nhiệt độ càng cao. Chúng có quan hệ với nồng độ của các nguyên tố có trong nước của bình chứa

• *Tính ăn mòn có nguồn gốc và bản chất* rất khác nhau gây nên do tác dụng của oxy tan trong nước hoặc ăn mòn điện do tính không đồng nhất trên mặt kim loại hoặc tác dụng trực tiếp của nước với sắt. Trước khi đề cập đến

http://tieulun.hopto.org

vấn đề nghiên cứu phương pháp hiệu chỉnh, cần phải kiểm tra lần lượt nồng độ các nguyên tố nguy hiểm khác nhau trong pha lỏng phụ thuộc vào tính chất của nồi hơi và tuabin. Xuất phát từ các giá trị này và chú ý đến khả năng tháo rửa, mà xác định giá trị tương ứng cần bảo đảm trong nước cấp thêm

3.2.4. Các đặc tính cần phải duy trì cho nước của nồi hơi

Xu hướng chung là tăng hệ số truyền nhiệt qua bề mặt nung nóng của nồi hơi hiện đại. Người ta chỉ có thể cho giá trị tương đối rộng cho độ kiềm, độ muối, silic, phốt phát,... theo sự phụ thuộc vào áp suất sử dụng. Giá trị giới hạn thực cần phải bảo đảm theo yêu cầu của người chế tạo nồi hơi, và phụ thuộc vào tính chất của nồi hơi này.

Một điểm cần phải tranh cãi là hàm lượng giới hạn của NaOH. Giới hạn này càng thấp khi hệ số bốc hơi tính theo m^3 của đường ống càng lớn.

Ngược lại ở nồi hơi áp suất thấp và trung bình, giới hạn này có thể cao hơn, khi ta dùng một sự gia công hợp cách chống lại các bọng nước.

Ta sẽ thấy ở phần sau trích các lời khuyên của APAVE (bảng 4a, 4b, 4c) cho tới áp suất 100bar cho hệ số hoá hơi vừa phải và thể tích bình chứa cho phép hiệu chỉnh tỷ lệ tháo ra.

Bảng 4a. Đặc tính của nước cho nồi hơi bằng ống dẫn hơi đến 25 bar

Áp xuất sử dụng	≤ 10 bar	10-15 bar	15-25 bar
Nước cấp hợp cách (nước cấp thêm đã lọc + nước hồi lưu) pH	≥ 8,5	> 8,5	≥ 8,5
TH (°F)	< 0,5	< 0,5	< 0,2
O_2	Loại bỏ oxy hoà tan do sự loại bỏ khí bằng nhiệt và sử dụng chất phản ứng làm giảm hoặc ngăn cản ăn mòn		
Chất chứa dầu	Không có		
Nước nồi hơi TAC (°F) TA (°F)	< 120 TA ≈ 0,7 TAC	≤ 100 TA ≈ 0,7 TAC	≤ 80 TA ≈ 0,7 TAC
SiO_2 (mg/l) SiO_2 /TAC	< 200 < 2,5	< 200 ≤ 2,5	< 150 ≤ 2
Độ muối toàn phần (mg/l) Cl	≤ 5.000 ≤ 1.000	≤ 4.000 ≤ 800	≤ 3.000 ≤ 600
Phốtphát PO_4^{3-} (mg/l)	30 - 100	30 - 100	30 - 100
pH	10,5 - 12	10,5 - 12	10,5 - 12

* Bản cáo cáo bên nợ này tương đương với bản báo cáo nước cấp hợp cách

http://tieulun.hopto.org

Bảng 4b. Đặc tính của nước cho nồi hơi kiểu ống nước. Tuần hoàn tự nhiên. Nước mềm cấp thêm hoặc nước mềm đã khử cacbonát

Áp suất sử dụng	≤ 15 bar	15-25 bar	25-35 bar	35-45 bar
Nước cấp hợp cách (nước cấp thêm đã lọc + nước hồi lưu) pH	≥ 8,5	≥ 8,5	≥ 8,5	≥ 8,5
TH (°F)	< 0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,1
O_2	Loại bỏ oxy hoà tan do loại bỏ khí bằng nhiệt và sử dụng các chất làm giảm hoặc ngăn cản ăn mòn			
Chất chứa dầu	Không có			
Nước nồi hơi TAC (°F) TA (°F)	≤ 100 TA ≈ 0,7 TAC	≤ 80 TA≈0,7 TAC	≤ 60 TA≈0,7 TAC	≤ 40 TA≈0,7 TAC
SiO_2 (mg/l) SiO_2 /TAC	≤ 200 ≤ 2,5	≤ 150 ≤ 2	≤ 90 ≤ 1,5	≤ 40 ≤ 1
Độ muối toàn phần (mg/l) Cl	< 4.000 ≤ 800	< 3.000 ≤ 600	< 2.000 ≤ 400	< 1.500 ≤ 300
Photphát PO_4^{3-} (mg/l)	30 - 100	30 - 100	20 - 80	20 - 80
pH	10,5 - 12	10,5 - 12	10,5 - 12	10,5 - 12
* Bản cáo cáo bên nơ này tương đương với bản báo cáo nước cấp hợp cách				

Bảng 4c. Đặc tính của nước cho nồi hơi kiểu đường ống nước. Tuần hoàn tự nhiên. Nước cấp thêm đã khử muối khoáng

Áp xuất sử dụng	40-60 bar	60-75 bar	75-100 bar
Nước cấp hợp cách (nước cấp thêm đã lọc + nước hồi lưu) pH	> 8,5	≥ 8,5	≥ 8,5
TH (°F)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
O_2	Loại bỏ oxy hoà tan do sự loại bỏ khí bằng hiệu ứng nhiệt (O_2 <0,02mg/l) và sử dụng chất phản ứng làm giảm hoặc ngăn cản ăn mòn		
Chất chưa dầu (mg/l)	< 0,05		
Fe tổng cực đại (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,03
Cu tổng cực đại (mg/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,01
Nước nồi hơi TAC (°F) TA (°F)	≤ 15 TA > 0,5 TAC	≤ 10	≤ 5
SiO_2 (mg/l) SiO_2 /TAC	≤ 15 < 1	≤ 10 < 1	≤ 5 < 1
NaOH tự do (mg/l)	< 20	< 10	< 5
pH	10 - 11	10 - 11	9,5 -10,5
Độ muối tổng thể (mg/l)	< 500	< 300	< 100
Photphát PO_4^{3-} (mg/l)	10 - 60	10 - 40	5 - 20

http://tieulun.hopto.org

Những bảo đảm khác về chất lượng nước cung cấp.

Bằng thực nghiệm, cũng cho những lời khuyên giới hạn các chất ô nhiễm khác có thể lặp ở nồi hơi.

Đặc tính (mg/l)	Áp xuất sử dụng	
	< 40bar	40-70bar
- Sắt toàn phần	< 0,2	< 0,1
- Đồng	< 0,020	< 0,010
- Các chất hữu cơ biểu hiện dưới dạng $KMnO_4$	< 5	-
- COT	< 5 - 7	-
- Dầu và hydrocácbua	< 0,2	-
- MES	< 1	-

Kiểm tra trước BP và MP nồi hơi.

Với sự phát triển của việc kiểm tra tự động nồi hơi, ta có thể giới hạn kiểm tra thủ công các nhân tố sau (một lần trong một ngày BP và một lần trong một tuần MP).

	Nước sạch	Nước cấp cho nồi hơi	Nồi hơi
pH	×	×	×
TH	×	×	
TA-TAC	×	×	×
SiO_2		×	×
PO_4			×
N_2H_4/SO_3^{2-}			×

3.2.5. Nồi hơi áp suất cao hoặc dòng nhiệt nâng cao

Đối với các nồi hơi có áp suất rất lớn, cần phải giảm nhiều các muối hoà tan và loại bỏ phốt phát. Người ta không thể xác định giá trị giới hạn đối với độ muối và TAC cần phải tôn trọng trong nồi hơi, vì việc khử silicát của nước cấp thêm đồng thời làm giảm độ muối tổng thể ở trạng thái vết. Đó muối và TAC trong nồi hơi phụ thuộc chủ yếu vào phương pháp điều chế.

Các điều kiện rất nghiêm ngặt liên quan đến nước cung cấp và nước nồi hơi được thông báo chính thức từ người chế tạo mà ta cần phải biết. Các bình ngưng hồi lưu có thể dẫn các tạp chất vào nước cấp như:

- Muối hoà tan (ra khỏi bình ngưng hoặc các giọt nước trong nồi hơi);

- Các chất ăn mòn gay ra bởi cửa đưa khí oxy vào, thỉnh thoảng phải kiểm tra việc xử lý buồng ngưng tụ.

http://tieulun.hopto.org

3.2.6. Các nhà máy điện nguyên tử dùng nước chịu áp suất (REP hoặc PWR)

3.2.6.1. Tổ chức

Thiết bị phản ứng nước có áp gồm hai vòng phân biệt (hình 18).

- Vòng thứ nhất bảo đảm rút nhiệt lượng từ tâm lò phản ứng gọi là vòng chủ động;

- Vòng thứ hai tạo ra sự bốc hơi gồm tuabin, bình ngưng, ngay cả việc xử lý các chất ngưng tụ. Lò nung nóng lại và bơm nước, trừ trường hợp rò ở máy phát, mạch vòng này không có tác dụng.

Ở vòng thứ nhất, nước được giữ ở trạng thái lỏng dưới áp suất khoảng 150bar với nhiệt độ ra khỏi lò phản ứng cỡ 320°C (nhiệt độ trở về 280°C).

Vòng thứ nhất được điều hoà bởi hai chất phản ứng:

- Hydroxyt liti để duy trì độ pH bazơ, tránh ăn mòn;

- Axít boric giữ vai trò điều chỉnh dòng nơtron và kiểm tra công suất cấp bởi lò phản ứng.

Các thuật ngữ của hội kỹ thuật điện Pháp E.D.F

A.P.G. Mạch xả của máy phát tuabin hơi nước (GV);

G.V. Máy phát tuabin hơi nước;

P.T.R. Chu kỳ xử lý và làm lạnh nước ở các bể chứa nước (phản ứng và việc tiêu thụ nhiên liệu ở khoang lò khai thác than để làm lạnh và cả hệ thống xử lý).

R.C.V. Máy xử lý và làm lạnh nước trong bể;

T.E.P. Xử lý chất thải sơ bộ;

T.E.U. Xử lý nước thải đã dùng.

3.2.6.2. Kiểm tra các mạch vòng

Việc hạn chế ăn mòn được yêu cầu trong cả hai mạch vòng của nước phải thoả mãn các tiêu chuẩn nghiêm ngặt.

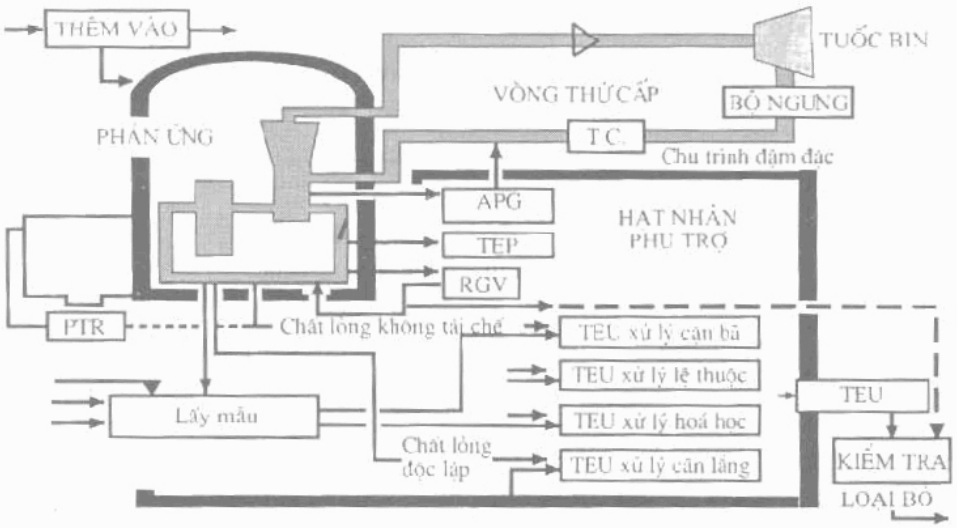
• *Vòng sơ cấp*

Thời gian chu kỳ vào khoảng 1 phút. Các tạp chất phóng xạ khác do sự rò rỉ ở vỏ ngoài lò đốt nhiên liệu hoặc hoạt tính của các sản phẩm ăn mòn có thể tích lũy trong nước có áp. Do đó phải có nhiều mạch vòng lọc sạch đồng thời với vòng thứ nhất. Các tham số hoá học chính trong bảng 5a, 5b.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 5a. Nước cấp cho mạch vòng thứ nhất

Tham số	Đơn vị	Giá trị đạt được	Giá trị giới hạn
Oxy	mg/kg		< 0,10
Clo + Flo	mg/kg		< 0,10
Na	mg/kg		< 0,015
Độ dẫn điện tổng ở 25°C	µS/cm		< 1,0
		25	
Silic tổng hoặc ion	mg/kg		< 0,1



Hình 18

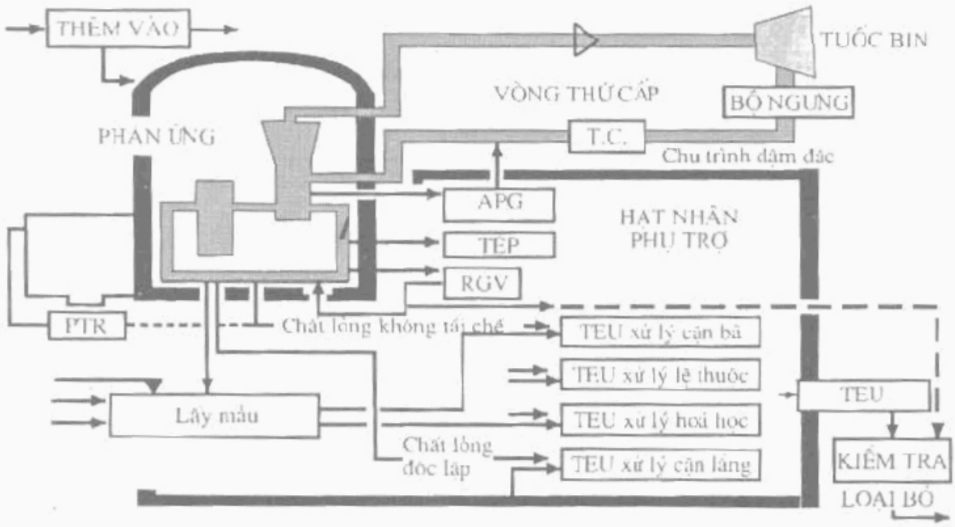
Bảng 5b. Mạch vòng chính

Tham số	Đơn vị	Giá trị mong muốn	Giá trị giới hạn
Bo	mg/kg	0 đến 2,500	
Lithi	mg/kg	Đường cong giảm	
Oxy	mg/kg	< 0,010	< 0,10
Clorua	mg/kg	< 0,05	< 0,15
Florua	mg/kg	< 0,05	< 0,15
Hydro	mg/kg	25 đến 35	25 đến 50
Natri	mg/kg	< 0.1	< 0,2
Ion Silic	mg/kg		< 0,2

http://tieulun.hopto.org

Bảng 5a. Nước cấp cho mạch vòng thứ nhất

Tham số	Đơn vị	Giá trị đạt được	Giá trị giới hạn
Oxy	mg/kg		< 0,10
Clo + Flo	mg/kg		< 0,10
Na	mg/kg		< 0,015
Độ dẫn điện tổng ở 25°C	µS/cm		< 1,0
		25	
Silic tổng hoặc ion	mg/kg		< 0,1



Hình 18

Bảng 5b. Mạch vòng chính

Tham số	Đơn vị	Giá trị mong muốn	Giá trị giới hạn
Bo	mg/kg	0 đến 2,500	
Lithi	mg/kg	Đường cong giảm	
Oxy	mg/kg	< 0,010	< 0,10
Clorua	mg/kg	< 0,05	< 0,15
Florua	mg/kg	< 0,05	< 0,15
Hydro	mg/kg	25 đến 35	25 đến 50
Natri	mg/kg	< 0,1	< 0,2
Ion Silic	mg/kg		< 0,2

http://tieulun.hopto.org

• *Vòng thứ cấp:* Bảng 6a , 6b , 6c trình bày các thông số chính của các chất hoá học được thành lập bởi EDF.

Bảng 6a. Nước cấp thêm cho vòng thứ cấp

Tham số	Đơn vị	Giá trị mong muốn	Giá trị giới hạn
pH ở 25°C			< 9,2
Natri	µg/kg	< 2	< 5
Độ dẫn cation ở 25°C	µS/cm	< 1	
Silic tổng	µg/kg	< 50	
Ion silic	µg/kg		< 20
MES	µg/kg	< 50	

Bảng 6b. Nước cấp của máy tạo hơi nước (vận hành với công suất định mức P>25% PN)

Điều kiện hoá hơi		Morpholine		Amoniac		Tham số
Tham số	Đơn vị	Giá trị mong muốn	Giá trị giới hạn	Giá trị mong muốn	Giá trị giới hạn	
pH ở 25°C			9,1-9,3		9,0-9,2	Có đồng
			9,1-9,7		9,6-9,8	Không có đồng
Độ dẫn điện toàn phần ở 25°C	µS/cm	3-5		2,7-4,2		Có đồng
		3-13		10-17		Không có đồng
Ôxy	µg/cm		< 5		< 5	

Bảng 6c. APG ở cửa thái của nồi hơi *(vận hành ở P > 25% PN)*

Tham số	Đơn vị	Giá trị mong muốn	Giá trị giới hạn	Ghi chú	
Độ dẫn của Cation ở 25°C	µS/cm	< 0,6	< 1.0		
Natri	µg/kg	< 5	< 20	Nước biển	Cấp cho bình ngưng
			< 10	Nước sông	
pH ở 25°C		9,0 - 9,2	8,9 - 9,3	Có đồng	Morpholin
		9,0 - 9,6	8,9 - 9,7	Không có đồng	
		8,8 - 9,0	8,7 - 9,1	Có đồng	Amoniac
		9,4 - 9,7	9,3 - 9,8	Không có đồng	
Độ dẫn điện toàn phần ở 25°C	µS/cm	2,5 - 5		Có đồng	Morpholin
		2,5 - 14		Không có đồng	
		1,8 - 2,6		Có đồng	Amoniac
		6,7 - 12		Không có đồng	
Ion Silic	mg/kg	< 1			
MES	mg/kg	< 1			

http://tieulun.hopto.org

3.3. Chu trình làm lạnh

3.3.1. Cấu trúc của các chu trình: Việc áp dụng các thiết bị làm lạnh rất khác nhau:

- Bình ngưng và thiết bị trao đổi nhiệt;
- Thiết bị làm lạnh bằng dầu, không khí, chất lỏng;
- Các động cơ, máy nén khí;
- Lò cao, lò, máy cán, đúc liên tục, lò chuyền,...
- Các lò phản ứng hoá học.

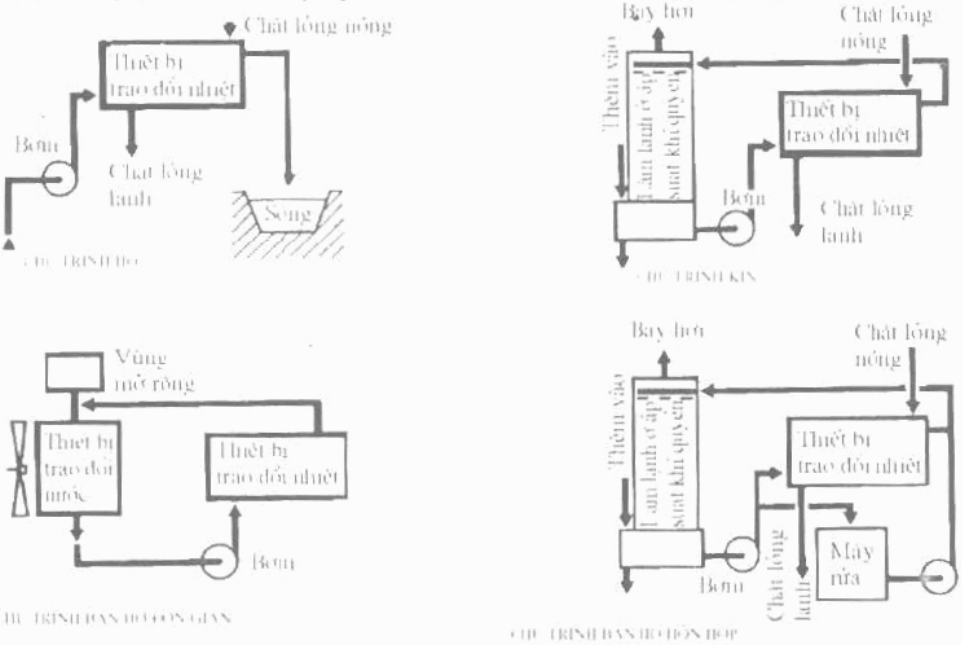
Đặc tính của các thiết bị này phụ thuộc vào:

- Loại cấu tạo của chúng (ống hay tấm phẳng...);
- Cách lưu thông nước (trong, ngoài, tốc độ...);
- Các kim loại tiếp xúc với nước (thép, inox, đồng và hợp kim của đồng, nhôm...).

Các vật liệu sử dụng tiếp xúc với nước ở các công trình phụ của chu trình (như bê tông, gỗ) cũng cần phải biết trước.

Ba trường hợp giới thiệu trong hình 19 như sau:

- Nước nóng được thải vào sông hoặc vào máng nước: Đó là chu trình hở;
- Nước được làm lạnh bằng cách tiếp xúc với một chất lỏng phụ thứ hai (không khí hoặc nước) và quay trở lại không tiếp xúc với không khí trong thiết bị làm lạnh: Đó là chu trình khép kín;
- Nước được làm lạnh bằng cách hoá hơi từng phần trong tháp làm lạnh bằng khí quyển, sau đó quay trở về thiết bị. Đó là chu trình nửa hở.



Hình 19. *Các chu trình làm lạnh khác nhau*

http://tieulun.hopto.org

Trong chu trình nửa hở hỗn hợp, nước có thể tiếp xúc trực tiếp với các chất ô nhiễm đưa đến từ các quá trình công nghệ (ví dụ, rửa bằng khí). Điều đó làm cho việc xử lý nước rất khó khăn.

Ở chu trình kín, nghĩa là không hoá hơi, việc cấp thêm nước rất ít và phải đáp ứng các tiêu chuẩn về độ dẫn điện liên quan tới hệ thống. Ta có thể thực hiện việc bảo vệ toàn bộ và lâu dài khi dùng các chất chống ăn mòn. Tuy vậy chu trình nửa hở được dùng nhiều nhất.

3.3.2. Chu trình nửa hở

Các thông số chính đặc trưng cho chu trình là:

V (m^3) - Thể tích nước toàn phần của chu trình gồm:

- Bể chứa nước nóng;
- Bể chứa nước lạnh;
- Bể thiết bị trao đổi nhiệt;
- Các kênh dẫn liên hệ v.v...

Q (m^3/h) - Lưu lượng nước nóng đưa trở về thiết bị làm lạnh.

ΔT (°C) - Chênh lệch nhiệt độ của nước đưa vào và lấy ra khỏi thiết bị lạnh.

T_{max}(°C) - Nhiệt độ nóng nhất của chu trình ở lớp nước tiếp xúc với thành bình

W (kcal/h) - Công suất của thiết bị lạnh, bằng tích của hai đại lượng trên:

$$W = 1\,000.Q.\Delta T$$

E (m^3/h) - Lưu lượng hoá hơi, nghĩa là lượng nước hoá hơi để làm lạnh lưu lượng Q. Lưu lượng hơi được tạo nên từ nước sạch không có muối hoà tan. Nếu chấp nhận nhiệt ẩm của hơi là 560 thermie/m^3, thì ta có quan hệ:

$$E = \frac{Q \cdot \Delta T}{(560)}$$

E_v (m^3/h) - Lưu lượng tạo thành giọt nước. Đó chính là nước kéo theo chảy trong dòng không khí lỏng. Các nhà chế tạo say mê tìm tòi để ngày càng giảm các bọt nước kéo theo. Ngày nay nó chiếm vào khoảng 0,05%Q, trong tương lai là 0,01%. Nhưng thực tế ta thường lấy giá trị: $E_v = 0,1\%Q$

D (m^3/h) - Lưu lượng xả để giảm nồng độ toàn phần, được tính toán để duy trì một nồng độ cực đại chấp nhận được của muối hoà tan. Để tránh kết tủa phải tháo bớt một phần P của nước tuần hoàn và thêm vào tổn thất nước E_v: $P + E_v = D$

http://tieulun.hopto.org

A (m^3/h) - Lưu lương cấp thêm bù vào tổn thất chung trong chu trình: hoá hơi và giảm nồng độ toàn phần: A = E + D.

t (h) - Thời gian lưu lại t bắt đầu từ lúc nồng độ chất phản ứng đưa vào giảm đi một nửa dưới tác dụng tháo rửa:

$$t = \frac{V}{D} L_n 2 \approx 0.7 \frac{V}{D}$$

Trong đó:

C - Hệ số nồng độ, là tỷ số giữa nồng độ muối hoà tan trong nước tuần hoàn và nước cấp thêm.

Một số quan hệ khác giữa các giá trị trên có thể là hữu ích. Nếu ta gọi S là độ muối của nước cấp thêm, thì chính độ muối này trong chu trình trở thành S.C. Lập phương trình cân bằng số lượng muối đưa vào và đưa ra của chu trình ta có quan hệ: $s \times A = D \times s \times C$. Từ đó suy ra D = E/(C-1).

3.3.3. Những khó khăn vốn có ở chu trình lạnh

Chúng có thể gây bởi :

- Các rác bẩn;
- Sự đóng cáu bẩn trong nồi hơi;
- Sự ăn mòn;
- Sự phát triển của vi sinh.

3.3.3.1. Các chất bẩn

Chúng có thể hình thành do tất cả các chất loại bỏ, hoặc tự tạo ra trong chu trình, trừ cáu vôi. Các chất bẩn có thể do nhiều nguồn đưa tới:

Dạng mẫu	Những bất lợi trực tiếp của chất nồng độ cao
• Chất huyền phù và chất keo	Cặn lắng, sự xói mòn; chống ăn mòn.
- Bụi khí quyển	Sự tắc nghẽn miệng xả ống dẫn
- Bùn và đất sét ôxít hoá	-nt-
- Mảnh vụn thực vật	-nt-
- Tảo và vi khuẩn	Chất nhờn phát triển
Nấm và men	Ảnh hưởng đến gỗ
• Chất hoà tan	
- Chất hữu cơ	Tảo và axít hoá phát triển
- Nitrogen và phốtpho	-nt-
• Sự rò rỉ hydrocacbua	Màng lọc

http://tieulun.hopto.org

- Nước cấp thêm;

- Khí quyển;

- Các quá trình sản xuất.

• *Nước cấp thêm*

Nó có thể chứa:

- Các chất hạt có khả năng khử để loại bỏ bằng xử lý thích hợp để tránh lắng cặn ở những điểm chảy chậm của chu trình;

- Các chất keo không ổn định: sự giảm nhiệt độ hoặc tác dụng của nồng độ có thể làm chúng lắng đọng ở trạng thái đông đặc dính kết và hấp thu mà mầu của chúng thay đổi phụ thuộc vào các chất cố định. Loại bỏ phần lớn các chất này, nói chung chỉ có khả năng ở các chu trình nửa hở.

• *Khí quyển*

Tháp làm lạnh bằng không khí là một thiết bị làm sạch khí tuyệt vời. Tất cả các phần tử có trong không khí được chuyển theo nước tuần hoàn.

- Gió cát (ở vùng sa mạc, không khí ở các mỏ quặng);

- Đám bụi nước ở bờ biển chứa nhiều NaCl;

- Bụi oxyt và hơi nóng ở lò luyện kim và ximăng;

- HCl và SO_2 ở gần các lò thiêu đốt;

- NH_4 và NH_4NO_3 trong các nhà máy phân đạm.

Khí hoà tan hoặc muối tan luôn thay đổi trong thành phần hoá học của nước tuần hoàn, tương ứng với sự thay đổi hướng gió. Cần phải biết nguồn ô nhiễm này và vị trí của chúng để nghiên cứu điều kiện của một chu trình. Chỉ cần dự phòng các thiết bị cần thiết để đạt được sự điều chỉnh các tham số quá nghiêm ngặt (ví dụ như độ pH).

• *Các quá trình sản suất*

Cần phân biệt hai trường hợp:

- Chu trình nửa hở đơn giản: Ô nhiễm đặc biệt nguy hiểm đưa tới từ các chất lỏng có dầu và các chất dung môi, khí làm lạnh (NH_3), cần phải tránh việc tích tụ chất độc hại trong chu trình (ngăn chặn và kiểm tra);

- Chu trình nửa hở hỗn hợp: Ô nhiễm thường xuyên đưa tới từ các tác dụng phụ của nước (rửa và vận chuyển).

3.3.3.2. Cấu bẩn

Đó là sự lắng đọng trên bề mặt kim loại của muối ít hoà tan của can xi, có thể là silic. Các tham số chính để kiểm tra sự lắng đọng của cấu bẩn là:

http://tieulun.hopto.org

- Nhiệt độ, sự tăng nhiệt độ làm giảm tính hoà tan của muối có liên quan;

- Nồng độ ion;

- Sự khuấy trộn.

• *Muối canxi:* Các muối chính ít hoà tan thường gặp là:

- Cacbonát, nguyên nhân thường xuyên tạo ra các cấu vôi mà ta có thể hoà tan bằng cách dùng các hoá chất;

- Sunfát mà tính hoà tan tốt nhất ở 40°C, nó có thể lắng đọng ở nhiệt độ thấp dưới dạng thạch cao $CaSO_4.2H_2O$ hoặc ở trạng thái nóng dưới dạng anhydrit hoặc hêmihydrít. Trong các chu trình nửa hở cần phải hạn chế tỷ lệ nồng độ của nước chứa muối khoáng và nước biển, đặc biệt khi có sự truyền nhiệt mạnh. Một khi đã tạo thành, sunfát canxi chỉ bị hoà tan lại rất chậm trong nước tuần hoàn;

- Orthophosphat $Ca_3(PO_4)_2$ mà cấu cặn dưới dạng bột ít dính kết ở trạng thái nguyên chất, có thể đồng kết tinh với cabonat canxi tạo nên cấu vôi rắn.

• *Đối với silicat:* Chớ quên rằng silic có trong nước dưới nhiều dạng:

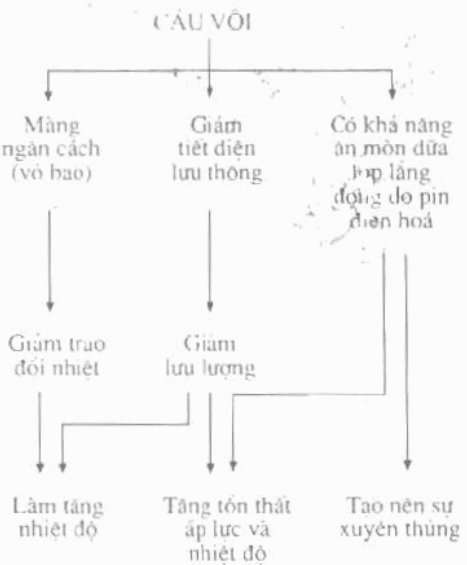
- Ion SiO_3^{2-};

- Keo SiO_2;

- Silico-aluminat canxi hoặc magiê (đất sét).

Độ hoà tan silic phụ thuộc vào độ pH và nhiệt độ. Các cấu vôi chứa silic rất rắn, dính kết chặt và cách nhiệt.

• *Những điều bất lợi gây nên do cấu vôi silic*



http://tieulun.hopto.org

- Nhiệt độ, sự tăng nhiệt độ làm giảm tính hoà tan của muối có liên quan;

- Nồng độ ion;

- Sự khuấy trộn.

• *Muối canxi:* Các muối chính ít hoà tan thường gặp là:

- Cacbonát, nguyên nhân thường xuyên tạo ra các cấu vôi mà ta có thể hoà tan bằng cách dùng các hoá chất;

- Sunfát mà tính hoà tan tốt nhất ở 40°C, nó có thể lắng đọng ở nhiệt độ thấp dưới dạng thạch cao $CaSO_4.2H_2O$ hoặc ở trạng thái nóng dưới dạng anhydrit hoặc hêmihydrít. Trong các chu trình nửa hở cần phải hạn chế tỷ lệ nồng độ của nước chứa muối khoáng và nước biển, đặc biệt khi có sự truyền nhiệt mạnh. Một khi đã tạo thành, sunfát canxi chỉ bị hoà tan lại rất chậm trong nước tuần hoàn;

- Orthophosphat $Ca_3(PO_4)_2$ mà cấu cặn dưới dạng bột ít dính kết ở trạng thái nguyên chất, có thể đồng kết tinh với cabonat canxi tạo nên cấu vôi rắn.

• *Đối với silicat:* Chớ quên rằng silic có trong nước dưới nhiều dạng:

- Ion SiO_2;

- Keo SiO_2;

- Silico-aluminat canxi hoặc magiê (đất sét).

Độ hoà tan silic phụ thuộc vào độ pH và nhiệt độ. Các cấu vôi chứa silic rất rắn, dính kết chặt và cách nhiệt.

• *Những điều bất lợi gây nên do cấu vôi silic*



http://tieulun.hopto.org

3.3.3.3. Ăn mòn

Ăn mòn là sự làm hỏng các chất kim loại khác nhau do nước chảy qua. Quá trình này được trình bầy ở Chương 7.

Sự làm hỏng kim loại do ăn mòn axít rất ít gặp. Hiện tượng thường gặp nhất là việc tạo thành các cặn lặng hoặc thấm thấu (ăn mòn không đồng chất hoặc do các pin điện hoá khác nhau) có thể tạo thành các lỗ thủng. Các lắng cặn này tiếp tục các phản ứng khác nhau của catốt và anốt có thể chứa một tỷ lệ lớn $CaCO_3$. Chất cặn tạo nên sự phát triển các vi khuẩn dưới dạng morphol gọi là tuberculifrome, đồng thời gây nên sự tắc nghẽn và nhanh chóng tạo nên các lỗ thủng.

- *Những tác hại do ăn mòn gây nên*



3.3.3.4. Sự phát triển sinh học

Một chu trình làm lạnh là môi trường thích hợp cho sự phát triển của các cơ thể sống. Ta thấy ở đây có không khí, nhiệt lượng, ánh sáng, cần phải loại bỏ các chất dinh dưỡng cho quá trình đồng hoá nhanh chóng hoặc hợp chất hữu cơ phân huỷ sinh học mạnh hoặc dự kiến xử lý sinh học tĩnh.

Ngoài việc làm tắc nghẽn, việc tạo thêm các lớp mỏng ngăn cách do cấu bẩn sinh học, làm giảm hệ số trao đổi nhiệt và tăng tổn thất áp lực. Nó kéo dài sự phát triển ăn mòn dưới lớp cặn và có thể gây nên các rò rỉ.

3.3.4. Số lượng nước sử dụng

3.3.4.1. Làm lạnh bình ngưng của nhà máy điện

a) Lưu lượng tuần hoàn

- Nhà máy nhiệt điện với quy ước mang tải toàn phần (600MW).

- Ở tốc độ tuần hoàn lớn ($\Delta T = 8,7°C$): từ 20 - 21m^3/s;

http://tieulun.hopto.org

• Ở tốc độ tuần hoàn nhỏ ($\Delta T = 12°C$): từ 14 - 15m^3/s.

- Nhà máy điện hạt nhân ở mức (1.200 MW):

($\Delta T = 12°6$); từ 47 đến 48m^3/s.

b) *Nước cấp thêm trong chu trình nửa hở*

Với hệ số nồng độ bằng 3-4 tuỳ theo độ ẩm không khí.

- Nhà máy nhiệt điện 1,2 - 2m^3/h cho 1MW.
- Nhà máy điện nguyên tử 2,2 - 3m^3/h cho 1MW.

3.3.4.2 Làm lạnh khác trong công nghiệp

Tỉ số lưu lượng tuần hoàn cần cho một số quy trình (ngoài phương pháp rửa bằng khí).

Nhà máy phân đạm		
NH_3	250 - 350	m^3/t
Ure	65 - 100	m^3/t
NH_4NO_3	80 - 100	m^3/t
Metanol (ngoài sản phẩm dầu mỏ)	100 - 250	m^3/t
Lò luyện cốc	30 - 40	m^3/t cốc
Lò cao	20 - 30	m^3/t gang
Lò chuyển đổi (theo hoặc không theo sản phẩm hơi nước)	2,3 - 10	m^3/t thép
Lò đúc liên tục	10 - 25	m^3/t thép
Kéo thép dẹt	30 - 50	m^3/t thép
Kéo sợi	5 - 10	m^3/t thép

Trong lúc thời tiết rất lạnh, việc làm lạnh bằng thiết bị khí động học có thể thay thế việc làm lạnh bằng nước để giảm bớt nước ở những điểm có thể.

3.4. Nước sản xuất

Yêu cầu về nước nồi hơi và nước làm lạnh có chung trong phần lớn các ngành công nghiệp và ta biết rằng chúng được xác định bằng sự bảo đảm liên ngành rất chính xác. Đối với nước sản xuất, các yêu cầu này chỉ đưa lời khuyên cho một số ngành công nghiệp.

3.4.1. Nước để sản xuất bia và đồ uống có gaz

3.4.1.1 Nhà máy bia

• Sử dụng để:

- Điều chế bia;
- Rửa thùng chứa thiết bị và nền;
- Làm lạnh;
- Rửa sạch chai

http://tieulun.hopto.org

• *Chất lượng nước cấp thêm*

Chúng dùng để bảo đảm chất lượng bia chế biến. Vì vậy các bicacbonat lắng lại khi đưa mạch nha giàu phôtpho canxi, cần phải tránh khuấy trộn. Ta có thể nhớ các quy định sau:

- Loại bỏ một cách có hệ thống bicacbonat;
- Nồng độ Mg nhỏ như có thể có (< 10mg/l);
- Tỷ lệ SO_4/Cl lớn hơn 1 (tính êm dịu của bia);
- Nồng độ Na < 100mg/l để giảm vị hắc của bia;
- NO_3 < 50mg/l và NO_2 < 1mg/l (giới hạn độc tố trong quá trình lên men và tính uống được).

Các ví dụ điển hình các chất vô cơ trong bia có thể kể ra dưới đây.

Nồng độ (mg/l)	Pale Ale Burton	Bia sáng		Bia nâu Munich
		Nhẹ	Mạnh	
		Pilsen	Dortmund	
Na + K	15 - 30	0	20	10
Mg	80	1	24	20
Ca	370	7	260	70
Cl	34	3	107	2
SO_4	895	3	290	18
Chất cặn bã khô	1.800	51	1.100	270

• *Số lượng sử dụng*

5 đến 6hl cho một hl bia, có thể giảm đến 4 - 5l bằng chu trình tuần hoàn đê:

- Điều chế bia: 1.5;
- Rửa sạch: 3 - 4;
- Làm lạnh 1 - 2.

3.4.1.2. Đồ uống có gaz

Nước điều chế nhất thiết phải thoả mãn các tiêu chuẩn của nước uống.

Mặc dù các nhà sản xuất thường xác định bởi chính họ, dây chuyền xử lý nhất thiết phải có thời gian nghỉ. Ta có thể nhấn mạnh một xu hướng mới đòi hỏi chất lượng cao hơn của nước. Trong số đó ta cần tìm cách giữ cho TAC thấp hơn 5°F và độ mặn tổng cộng của muối là 500mg/l. Ngược lại, đối với nước rửa sạch, yêu cầu có lượng clo dư vài mg/l. Tiêu thụ 3 lít nước cho một lít đồ uống.

http://tieulun.hopto.org

3.4.2. Công nghiệp sữa

Nước dùng để:

- Khử trùng các thiết bị và thùng chứa;
- Rửa sạch nền;
- Rửa sạch sản phẩm;
- Tái sinh sữa;
- Làm lạnh.

Các loại sử dụng khác nhau chiếm 4,5 đến 8 lít nước cho một lít sữa.

3.4.3. Nhà máy đường và tinh chế đường

3.4.3.1. Nhà máy đường củ cải

Kĩ thuật xử lý nước công nghiệp đưa vào quy trình làm sạch nước cấp thêm và dịch đường.

• *Rửa củ cải*

Tuần hoàn lại nước đã nhiễm bẩn bể lắng trong các bể có cào cặn để thu hồi lại nước.

• *Sự trích li dịch đường từ các lát cắt củ cải* (điều chế dịch đường thô): xử lý nước lắng đong amôniac tuần hoàn lại về phía đầu quá trình trích dịch đường.

• *Xử lý dịch đường nhẹ*

- Tách loại bỏ canxi của dịch đường từ sự cácbobat hoá lần thứ hai (bảo vệ chống cáu vôi ở các thiết bị hoá hơi);
- Khử bỏ chất khoáng của dịch đường (giảm tỷ lệ nước mật);
- Khử màu của xirô bằng than hoạt tính hoặc nhựa hấp thụ.

• *Cô đặc dịch đường, kết tinh đường*

Điều chế các dịch đường trong thiết bị hoá hơi.

• *Xử lý các sản phẩm ở phía dưới* (nước tháo hay nước mật) nhằm mục đích giảm tỷ lệ đường mật.

- Xử lý khoáng chất theo cách nhỏ rot trên tấm nhựa hút cation tái sinh clorua. magê (phương pháp Quentin). Sự thay thế của các ion Na và K do Mg làm bớt lương đường trong dung dịch mật.

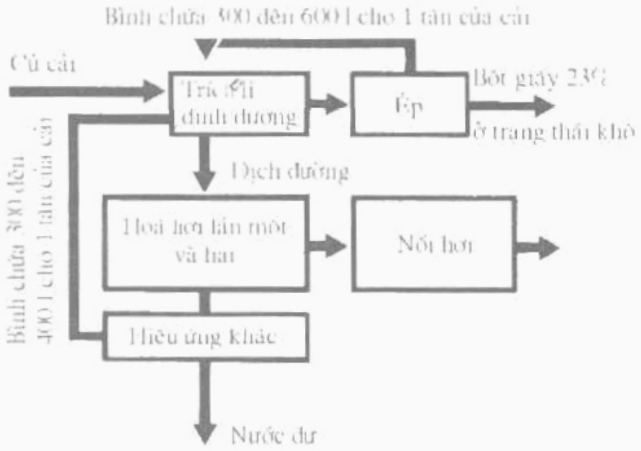
- Khử khoáng chất của nước mật bằng trao đổi ion, với các xử lý phụ để có đường lỏng.

http://tieulun.hopto.org

• *Nước cấp thêm*

- Cấp thêm vào nồi hơi khi mở công đoạn xử lý hoặc trong trường hợp hãn hữu không đủ nước hồi lưu của bình ngưng;

- Cấp thêm nước thường xuyên vào chu trình làm lạnh của máy phát tuabin và nơi tiếp nhận củ cải (5 đến 10 lít cho một tấn củ cải). Quả vậy, nhà máy đường có một chu trình dư thừa: nước bổ sung do củ cải sinh ra và tháo rửa với nước hoặc bùn (hình 20).



Hình 20. *Chu trình nước ở nhà máy sản xuất đường củ cải*

3.4.3.2. Nhà máy đường mía

Lọc sạch dịch đường nguyên chất yêu cầu các phương pháp lọc tương tự như đối với nước:

- Lắng gạn nhanh dẫn dịch đường trong vôi;

- Làm nổi dịch đường đã lọc để tách bã mía to;

- Khử trùng cho chu trình.

3.4.3.3. Nhà máy tinh chế đường (củ cải hoặc mía)

Mật được nấu chảy và nước đường lỏng được xử lý màu toàn bộ hoặc một phần ít hơn.

3.4.4. Nhà máy đồ hộp rau và hoa quả

Sự làm mềm một phần nước sản xuất là rất cần thiết (độ cứng từ 10°F đến 20°F đối với hoa quả). Ngoài ra, việc giảm độ muối toàn phần là hữu ích.

http://tieulun.hopto.org

3.4.5. Công nghiệp dệt

Nước được dùng cho các nồi hơi (việc cấp thêm nước rất lớn), cho sản xuất (nhuộm, súc rửa), cho điều hoà không khí (làm ẩm và khử bụi). Các ngành công nghiệp này đòi hỏi một lượng lớn nước cần các xử lý như sau

- Nước mềm hoặc đã khử khoáng chất dùng cho việc sản xuất sợi, đặc biệt khi có sợi nhân tạo;

- Nước mềm đã khử cabonát dùng tẩy trắng và nhuộm sợi;

- Nước đã khử khoáng chất dùng cho điều hoà không khí các gian kéo sợi hoặc xưởng dệt (thẩm thấu ngược hoặc trao đổi ion). Lượng nước sử dụng có thể chiếm 80% nhu cầu toàn phần, chỉ giành cho quá trình sản xuất và được phân chia như sau:

Tẩy mỡ len	20- 40m^3/t thành phẩm;
Hoàn thiện và nhuộm len	70-200;
Hoàn thiện vải bông và dệt sợi tổng hợp	100;
Nhuộm và in hàng dệt kim	70.

3.4.6. Bột làm giấy và nhà máy giấy

Các ngành công nghiệp này tiêu thụ một lượng nước rất lớn cho các nhu cầu sau:

- Sản xuất hơi nước;

- Điều chế bột giấy;

- Chế biến giấy và vận tải sợi.

3.4.6.1. Chất lượng nước

Các nhà máy giấy chú yếu tìm cách loại bỏ độ đục và mầu của nước thô cũng như độ cứng tạm thời của chúng.

Lời khuyên của các công ty sản xuất giấy của Mỹ cho một số tính chất tuỳ theo loại bột. (Bảng 7).

3.4.6.2. Tiêu thụ nước cấp thêm

Vào đầu năm 1975 có giá trị giữa 100 và 300m^3/t bột giấy. Sau đó nhờ có chính sách kiểm tra nghiêm ngặt chất thải, chu trình tuần hoàn mở rộng nên chúng đã giảm một cách đáng kể. Riêng tuần hoàn nước ở các xưởng cơ khí vẫn còn cao.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 7. Những lời khuyên NCPI cho nước của nhà máy giấy

Đặc tính	Nồng độ giới hạn trong nước sản xuất			
	Giấy mịn	Giấy bao bì		Giấy
		Trắng	Mộc	
Độ đục (mg/l SiO_2)	10	40	100	50
Mầu (mg/l Platin/côban)	5	25	100	30
TH (°F)	10	10	20	20
TCa (°F)	5	-	-	-
TA (°F)	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
Clo dư (mg/l)	2,0	-	-	-
Silic tan được (mg/l)	20	50	100	50
Chất rắn hoà tan (mg/l)	200	300	500	500
CO_2 tự do (mg/l)	10	10	10	10
Clorua (mg/l)	-	-	-	75

Nhà máy	m^3/tấn	Nhà máy	m^3/tấn
Sản xuất bột làm giấy		*Tẩy mực sản xuất giấy*	
- Bao bì mộc	25- 60	- Giấy bao bì	20- 40
- Bao bì trắng	40- 80	- Giấy in báo	40- 60
- Xunfit trắng	80-150	- Giấy mịn	40-100
- Bẩn hoá chất	12- 20	- Bìa/bao bì	3- 40
- CTMP	50- 80		

3.4.7. Thu hồi dầu mỏ lần thứ hai

Cần phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Không làm tắc nghẽn - bể chứa;
- Không ăn mòn (các ống);
- Không có sự sinh trưởng vi khuẩn;
- Tính tương hợp hoá học với nước của bể chứa.

Tuỳ theo độ thẩm thấu của bể chứa, nhiệt độ và hàm lượng chất lơ lửng, các tiêu chuẩn xử lý sau đây thường mong đạt được.

M.E.S: 94 đến 97% loại bỏ các hạt có đường kính ϕ>2µg/l hoặc hàm lượng cuối cùng từ 0,5 đến 1mg/l.

http://tieulun.hopto.org

Hàm lượng O_2 bắt đầu từ

- Nước lạnh 80µg/l đến 10µg/l;
- Nước ấm (30 °C) < 10µg/l O_2.

3.4.8. Nhà máy luyện thép

Là hộ tiêu thụ nước lớn nhất. Công nghiệp này đã từ lâu áp dụng hệ thống tuần hoàn hở phù hợp với điều kiện đặc biệt thường gặp.

Cần phải phân biệt hai quá trình sử dụng nước nhiều nhất trong công nghiệp này:

- Làm lạnh gián tiếp bằng thiết bị trao đổi nhiệt khác nhau và thường chịu nhiệt độ cao, đôi khi cần thiết phải sử dụng chu trình kín. Nước cấp thêm tuỳ theo từng trường hợp sẽ được khử cacbonát hoặc khử khoáng chất;
- Làm lạnh trực tiếp: chất bẩn đi vào nước khi rửa sạch khí hoặc các sản phẩm hạt, tẩy cặn bám, khi đó nước trở nên bẩn và phải luôn luôn được xử lý trong các chu trình, cho nên chất lượng nước cấp thêm không yêu cầu quá cao.

• *Lò luyện cốc:* Gián tiếp ngưng tụ sơ cấp của khí hay ngưng tụ trực tiếp;

- Khử bụi ẩm của khí đưa vào lò làm nóng sơ bộ than;
- Khử bụi ẩm của khói ra khỏi lò cốc.

• *Lò cao*

- Làm lạnh các bộ phận của lò cao như ống dẫn gió, hộp lọc gió;
- Dập tắt xỉ ở máng rãnh, trong thùng, trên tang quay hoặc trên lớp vỏ bọc với nước tuần hoàn từ 10-4m^3/tấn;
- Làm sạch khí lò cao.

• *Giảm trực tiếp:* Các phương pháp gần đây tiêu thụ một lượng nước rất lớn:

- Rửa và làm lạnh khí đã khử hoặc sắt xốp. Thể tích nước sử dụng (12 đến 30m^3/tấn sắt xốp). Nhiều hơn ở lò cao vì nhiệt độ của khí cao, nước ra khỏi thiết bị rửa rất nóng (50-70°C);
- Làm lạnh các máy (máy nén khí, làm lạnh bằng dầu). Lương nước đã khử khoáng chất để tạo ra hơi nước và làm lạnh gaz của các chu trình công nghệ. Lượng nước cần thiết tiêu thụ quyết định việc tạo ra áp lực và hơi khí tuần hoàn của quá trình sản xuất.

• *Lò chuyển:* Sử dụng ưu thế của phương pháp LD, LWS, LDAC hoặc BOS có các chu trình quan trọng sau:

- Làm lạnh chụp hút và đường dẫn khói (đôi khi dùng thiết bị phun thành giọt nước);

http://tieulun.hopto.org

- Làm sạch khí: Thu hồi nhiệt lượng bằng cách cho cháy từng phần khí và bốc hơi trong nồi hơi B.P và cần phải cấp thêm nước đã khử khoáng chất.

• *Lò điện và luyện kim.* Sản xuất thép được thực hiện trong lò điện hồ quang (kĩ thuật UHP và kĩ thuật khác) hoặc trong lò nung nóng (STEP) bằng cảm ứng hoặc hồ quang, nó có thể được bổ xung bằng cách loại bỏ khí trong chân không chứa thép. Nước dùng trong 3 quá trình sau:

- Làm lạnh bình thường lò và các gáo múc kim loại;

- Sản xuất hơi nước cho các vòi phun chân không;

- Làm lạnh các khuôn đúc và các điện cực bằng nước đã khử khoáng chất.

• Đúc liên tục phôi thép và thoi thép cán: Ba chu trình cần sử dụng nước:

- Làm lạnh khuôn đúc bằng tuần hoàn kín với việc cấp thêm nước đã khử khoáng chất;

- Làm lạnh máy trong hệ tuần hoàn nửa-hở với việc điều hoà bằng chất ức chế ăn mòn.

- Rẩy nước vào máy, phôi thép, hoặc thỏi thép cán sản phẩm, rỉ sắt rèn, tách muội và xỉ do hàn hơi oxy.

• *Bộ truyền máy cán nóng:* Cần phải cấp nước cho hai chu trình:

- Làm lạnh gián tiếp các lò, máy nén khí, động cơ,..

- Làm lạnh trực tiếp đảm nhận ba chức năng: Làm lạnh kim loại, làm lạnh giá cán, khử muội thép

Chu trình khử muội dùng để bóc trước các loại oxit khác nhau (như wurtzfe, hêmatit) bằng xối rửa thuỷ lực.

Nước thu nạp từ các vẩy hàn nóng hoặc gỉ sắt rèn nhiều hay ít tuỳ theo loại máy cán và độ cứng của thép.

Máy cán có rất nhiều chủng loại:

a) Cán dải thép: Điều quan trọng nhất là nó xử lý từ 200-500 tấn thép thoi/h. Lưu lượng nước cần cấp:

- Quá trình làm lạnh trực tiếp từ 10 - 20.000m^3/h;

- Làm lạnh gián tiếp: 20 - 30.000m^3/h.

Các chu trình làm lạnh được tách riêng có trang bị các động cơ, bể chứa dầu và thiết bị nung nóng

Chúng thường được bổ sung:

- Thiết bị loại trừ vết nứt tự động, máy tạo hạt xỉ cỡ lớn;

- Làm lạnh phôi thép cán trong bể, trong đường hầm hoặc tưới mát. Cần dùng một lưu lượng lớn nước, để không tạo ra ô nhiễm.

http://tieulun.hopto.org

b) Các loại cán nóng khác:

- Cán lá mỏng phẳng;
- Máy cán khô mủ cao su;
- Cán định hình, thép chữ I, thép thương phẩm;
- Kéo tròn hoặc sợi;
- Cán ống.

• *Cán nguội:* Chế biến các sản phẩm cán mỏng và sắt tráng kẽm cần phải xử lý sơ bộ kim loại như loại bỏ mỡ, đặc biệt tẩy rửa gỉ. Tẩy gỉ bằng axít sunfuric, nhưng axít clohydric tái sinh ngày càng được sử dụng nhiều.

Các thiết bị khử khoáng chất trong nước tuần hoàn hở hay kín cần cấp nước để súc rửa lần cuối ở các phân xưởng tráng kẽm hay rèn dập. Nước sạch và mềm cũng được dùng cho điều chế các bể chứa dầu hoà tan.

3.4.9. Luyện đồng

Chế biến kim loại có thể thực hiện khô hoặc ẩm tuỳ theo bản chất của quặng. Các phương pháp thuỷ luyện thường hay dùng nhất, ngâm chiết bằng axit sunfuaric và điện phân. Nó ngày càng được sử dụng rộng rãi vì cho phép xử lý các khoáng chất nghèo hoặc các chất thải nói.

Cán kéo dong bảo đam sản xuất đồng định hình, cáp và dây dẫn. Qúa trình làm nhỏ tiết diện cho phép khử lớp muội calamin bằng thuỷ lực trên mặt kim loại, loại bỏ oxít đồng trong nước. Các sản phẩm có giá trị được thu hồi lại.

Điều kiện làm việc của chu trình khử muội calanin và làm lạnh tương tự như ở quá trình luyện thép.

3.4.10. Công nghiệp ô tô và hàng không

Công nghiệp ô tô gồm các nhà may chế tạo động cơ và hộp giảm tốc, các nhà máy làm vỏ và lắp ráp và rất nhiều các xưởng gia công phụ thường độc lập với nhau. Nhu cầu nước cấp thêm rất khác nhau tuỳ tình huống. Tuy nhiên người ta chia thành 3 nhóm:

- Làm lạnh, chủ yếu là máy nén khí và điều hoà không khí;

Điều chế các bể mạ và sơn khác nhau, nói chung cần phải có nước đã khử khoáng chất;

- Cung cấp nước cho các trung tâm gia công và mài bóng bằng nước mềm hay chứa ít muối khoáng.

Công nghiệp hàng không có nhiều nhu cầu tương tự như công nghiệp ôtô.

http://tieulun.hopto.org

3.4.11. Quá trình sản xuất dùng nước siêu sạch

Chúng liên quan đến các nhà máy sản xuất bán dẫn nước cấp cho chu trình này phải là nước siêu sạch, và được tinh chế trong các vòng phân phối.

Chất lượng nước cấp thêm: Việc tăng dung tích của bộ nhớ từ 256K-Bít đến 1M-Bít yêu cầu ngày càng nghiêm ngặt đối với chất lượng nước siêu sạch sử dụng trong việc súc rửa các chất, đặc biệt đối với các tham số vật lý và sinh học. Ta có thể kể ra những lời giới thiệu của Hội phòng ngừa và nghiên cứu ô nhiễm ASPEC 86/17 ở bảng 8. Một băng cấp liệu bằng chất dẻo và nói chung trang bị một bể dự trữ bảo đảm cung cấp nước cho các trạm sử dụng, duy trì một tốc độ tuần hoàn tương đối đều.

Bảng 8. Nước siêu sạch cho công nghiệp điện tử (Mạch tổ hợp và bề mặt nhạy cảm)

		Mức kỹ thuật 1	Mức kỹ thuật 2	Mức kỹ thuật 3
Điện trở suất		Lớn hơn 18 MΩcm, ở 25°C		
pH		6,5 - 7,5		
Nhiệt độ		20°C ± 1°C		
Cặn trong hơi (max, mg/l)		1	0,5	0,25
Silic (Si) (max, mg/l)		0,02	0,02	0,01
Natri (Na) (max, mg/l)		0,01	0,01	0,005
Tạp chất kim loại và á kim, mỗi một tạp chất (max, mg/l)		0,05	0,05	0,01
Chất hữu cơ (COT) (max, mg/l)		1	0,25	0,05
Sự ô nhiễm đặc biệt (max)	Màng	Cấp 0 (NAS 1638)	-	-
	Bộ đếm quang học	10.000 /l $\phi \geq 0,5\mu m$	1.000 /l $\phi \geq 0,5\mu m$	100 /l $\phi > 0,5\mu m$
Vi sinh vật (số khuẩn cho 100ml)	37°C/24h	40	10	1
	22°C/72h	300	30	3

3.4.12. Sản xuất clo

Dựa trên cơ sở điện phân nước muối bão hoà NaCl mà chất lượng phụ thuộc vào phương pháp (buồng ngăn và thuỷ ngân). Làm sạch nước muối được thực hiện ở điểm cấp hay trong chu trình kín. Các nguyên tố phải loại bỏ trước tiên là Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+} có thể là SO_4^{2-} và vòng lập Hg^{2+}.

Đối với màng chắn ta tìm cách duy trì $Ca^{2+} + Mg^{2+} < 5mg/l$.

Sự phát triển vách ngăn kiểu màng và tăng mật độ dòng điện đến $7.000A/m^2$ yêu cầu loại bỏ toàn bộ canxi và các chất hữu cơ. Sự điều chế bổ sung sau khi làm sạch hoá chất phải thoả mãn các tiêu chuẩn sau:

http://tieulun.hopto.org

$Ca^{2+} < 50\mu g/l$;

$MES < 1\mu g/l$;

$Sr^{2+} < 50\mu g/l$.

Loại bỏ khí clo dư và giảm iốt cần thiết cho chu trình sau khi điện phân.

3.4.13. Thuỷ luyện

Công nghiệp này chỉ liên quan đặc biệt đến việc tách uran, vàng, nhôm và sử dụng các phương pháp cơ bản sau:

- Tách kim loại bằng tác dụng axit hay kiềm;

- Tách pha rắn/lỏng· lọc hay lắng gạn;

- Cô đặc kim loại: chiết ra bằng dung môi hoặc thiết bị trao đổi ion;

- Các chất lắng đọng khác.

Các phương pháp này có ưu điểm là thực hiện ở trạng thái lạnh và không chế ăn mòn. Các kỹ thuật sử dụng gần với kỹ thuật xử lý nước và như vậy có thể tận dụng các kinh nghiệm trong lĩnh vực này. Các tham số có ý nghĩa nhất đặc trưng cho việc lọc trong chất lỏng là:

• *MES*: Sau khi lắng gạn, các chất lỏng thường chứa 100 đến 200mg/l huyền phù, đôi khi nhiều hơn g/l. Chất cặn bã làm cản trở trong trường hợp tách trực tiếp kim loại như trong trường hợp lọc bằng dung môi hữu cơ hoặc bằng nhựa ion. Rất nhiều hộ sử dụng muốn giảm hàm lượng huyền phù ít hơn từ 10 - 20mg/l.

• *Keo silic*: Silic có mặt trong nước dưới dạng ion hoá (axít silic, hoặc axit fluosilic) có nồng độ rất lớn từ 200-500mg/l hoặc dưới dạng keo của axít polysilic ít bị ion hoá. Sự phân tán chất keo mang điện dương và không keo tụ nhưng có tính hấp thụ tương đối. Silic này có thể lắng đọng trên các lớp nhựa hoặc có mặt trong dung môi.

• *Sunfat canxi*: Các khoáng chất đá vôi và đôlômit được xử lý bằng axít sunfuric cho các chất lỏng bão hoà $CaSO_4$ gây cáu bẩn và lắng đọng. Người ta muốn phá vỡ sự quá bão hoà hay để phòng ngừa bằng cách trung hoà ở trạng thái nóng.

• *Các chất hữu cơ*: Chúng có hại trong hai trường hợp:

- Tách pha lỏng-lỏng, dung môi dư ngăn cản sự lắng của kim loại, đặc biệt trong điện phân;

- Hấp thụ bằng than, một số chất bao bọc lấy hạt than và có thể không bị tách ra khi tái sinh hóa học. Các chất khác tạo với kim loại một phức chất không hấp thụ trên than.

http://tieulun.hopto.org

4. NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ

4.1. Nguồn gốc và phương thức thu gom

Nước thải đô thị gồm:

- Nước thải sinh hoạt hay là nước cống;
- Nước mưa.

Nguồn gốc của nước thải đô thị (ERU) chủ yếu do nước thải sinh hoạt của các gia đình (nước cống, "nước xám"). Phần nước thải do sản xuất công nghiệp nói chung ngày càng tăng với sự tập trung của các khu dân cư. Các khu công nghiệp thải các chất ô nhiễm với tỷ lệ rất lớn, đòi hỏi một biện pháp xử lý đặc biệt, như trang bị một hệ thống lọc sạch tự động. Tuỳ theo mức độ xử lý, nước thải công nghiệp được xả vào môi trường thu nhận hoặc hệ thống thu gom và xử lý ERU. Theo quy ước, lưu lượng và lượng chất bẩn hàng ngày của nước thải công nghiệp được đánh giá bằng số dân tương đương, tương ứng với giá trị thải ra bởi mỗi người dân đối với nước đã dùng ở nhà.

Làm sạch toàn bộ nước thải, vận chuyển và xử lý nước thải đô thị.

Hai hệ thống cống đã dùng để thu gom nước thải làm việc liên tục là:

- Hệ thống cống chung, đồng thời thu gom và vận chuyển cả nước thải và nước mưa;
- Hệ thống thoát nước riêng gồm hai mạng kênh dẫn riêng biệt.

Mạng cống dẫn nước mưa có kích cỡ bằng hệ thống thoát nước chung. Một mạng khác dẫn nước thải sinh hoạt có kích cỡ nhỏ hơn.

Hệ thống cống thứ nhất là hệ thống cống chung, sự phát triển của hệ thống thoát nước riêng rất mới.



Hình 21.

http://tieulun.hopto.org

Hệ thống thu gom nước thải thường gặp ở các khu dân cư, ít khi là cùng một loại mạng.

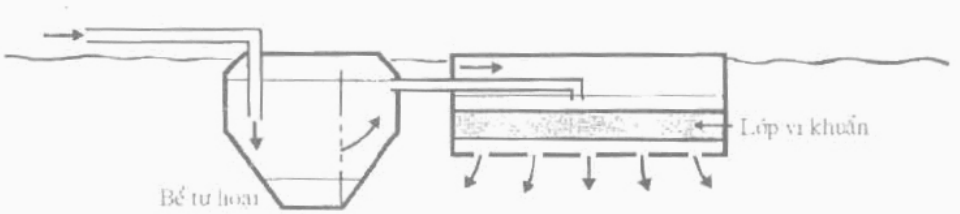
Ta gọi hệ thống thoát nước nửa riêng là một hệ thống cống thu gom nước mưa riêng, nước ở mái nhà và sân bên trong được đưa vào hệ thống thoát nước.

Hệ thống thoát nước chung được trang bị đập tràn tách nước mưa để thải trực tiếp ra sông một phần lưu lượng nước trong khi mưa. Chỉ có phần nước bị ô nhiễm mới đưa tới trạm xử lý. Các chất thải ô nhiễm thải ra sông trong thời gian mưa và hệ thống cống không thể tự làm sạch trong mùa khô là hai nhược điểm chính của hệ thống thoát nước chung. Ngược lại nó có cấu tạo rất dễ kiểm soát. Chất lượng cơ bản của một hệ thống là bảo đảm không rò rỉ và không cho nước có ký sinh xâm nhập vào lớp nước ngầm hoặc nước mặt.

Vận chuyển nước thải, cần tìm mọi biện pháp để có thể thực hiện tự chảy. Tuy nhiên, các điều kiện địa hình thường yêu cầu đặt các trạm bơm trung gian để bơm nước dưới áp suất theo chiều dài thích hợp. Trong các trường hợp đặc biệt, việc thu gom nước thải ở điểm đặc biệt có thể thực hiện dưới áp suất hoặc chân không. Kỹ thuật này cho phép đặt một số ít đoạn cống ở cốt cao (không phải đào sâu).

Hai cách làm sạch, không sử dụng mạng thu gom là:

- Làm sạch riêng lẻ hoặc làm sạch cho nhóm hộ dân cư hay một vài nhóm dân cư rất gần nhau, thường gọi là làm sạch tự chủ. Nước thải trong nhà được tháo trực tiếp đến thiết bị lọc chất thải, rồi cho thấm vào đất (ví dụ bể tự hoại, hình 22);



Hình 22. *Bể tự hoại và xử lý dưới đất*

- Xử lý các chất phân và cặn bã ở trạm trung tâm. Phương pháp làm sạch gồm việc tích trữ trong mỗi nhà dân các chất cặn bã đặc trong bể, thường được tháo vào các "thùng cặn bã" dùng xe téc chở đến trung tâm xử lý. Ở một số vùng dân cư lạc hậu hoặc thưa thớt, người ta không thực hiện theo mạng thu góp, đôi khi xả trực tiếp sản phẩm nạo ra từ bể tự hoại. Ở các nước Châu Á, thu góp và xử lý kiểu này còn đang phát triển. Sự chậm trễ xây dựng hệ thống xử lý thường do mật độ dân số quá lớn. Cuối cùng cần thấy rằng, ở

http://tieulun.hopto.org

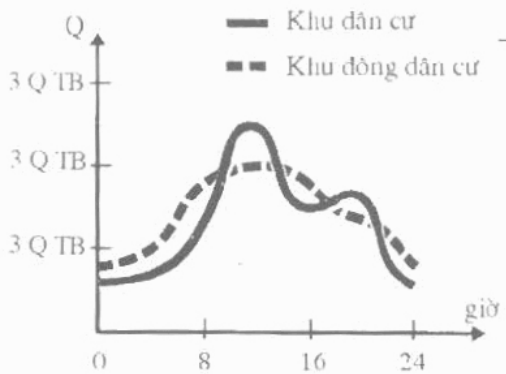
một số nước Châu Á do thói quen vẫn sử dụng trực tiếp chất thải trong việc trồng trọt. Nước thải thu gom trong hệ thống cống có nồng độ nhỏ, mặc dù có tiêu chuẩn dùng nước thấp.

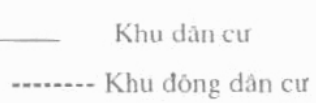
4.2. Lưu lượng nước đưa đi xử lý

4.2.1. Nước thải

Nước thải cho mỗi người dân trong một ngày tăng theo quy mô của khu dân cư, theo sự khác nhau về nếp sống sinh hoạt và mức độ hoàn chỉnh của mạng cống cấp hai và cấp ba. Nó cũng thay đổi theo vùng và mức độ phát triển. Nó cũng bị ảnh hưởng do giá thành tiêu thụ nước uống, thường nhỏ hơn 150 l/đầu người trong một ngày ở khu vực nông thôn. Nước thải thành phố trong mùa khô hiện nay ở nước Pháp khoảng 200 l/đầu người trong một ngày cho các thành phố vài vạn dân. Ở Pari, với lượng nước rửa đường phố khá lớn nên lớn hơn 300l/đầu người trong ngày. Nhiều thành phố của Mỹ hoặc Thụy Sỹ vượt quá 400l/người. Sự thu hồi thường xuyên vào mạng chung tất cả các nguồn nước dẫn đến sự tăng quá lớn tỷ lệ này. Thực tế này tạo ra chi phí quá đắt vì kích thước mạng cống phụ thuộc nhiều vào lưu lượng.

Việc sản sinh nước thải đô thị thay đổi trong cả ngày. Ở khu ít dân cư, ta khẳng định hai giờ cao điểm. Trong khu đông dân cư, chỉ có một. Sự phát triển xã hội dẫn đến mở việc tăng các khu đông dân cư (hình 23).





Hình 23. *Thay đổi lưu lượng nước thải Q theo ngày của một khu đô thị*

Mạng càng ngắn và người dùng ít, số giờ và giá trị cao điểm càng lớn. Việc đặt các trạm bơm trung gian trong hệ thống này có hiệu quả đáng kể, ở một số nước, người ta xác định ở một mùa khô một lưu lượng trung bình ban ngày Q_d và Q_j lưu lượng trong cả ngày đêm thì Q_d thường nằm giữa hai giá trị:

http://tieulun.hopto.org

$$\frac{Q_j}{14} \text{ và } \frac{Q_j}{18}$$

Lưu lượng ở giờ cao điểm mùa khô Q_p trong hệ thống thoát nước riêng được tính bằng công thức gần đúng:

$$Q_p = Q_m\left(1{,}5 + \frac{2{,}5}{\sqrt{Q_m}}\right)(l/s);$$

Trong đó: Q_m - Lưu lượng trung bình, $Q_m = \frac{Q_j}{86.400}$ (l/s);

Giới hạn hệ số cao điểm $\frac{Q_p}{Q_m} \leq 3$;

Ngoài việc thay đổi theo ngày, cần phải chú ý ngày càng nhiều đến sự thay đổi theo mùa của nước thải, bao gồm cả thành phố rất lớn. Sự thay đổi này liên quan chặt chẽ tới thời gian nghỉ hè gây nên một sự di dân khá lớn về các trung tâm giải trí. Trong các nước có mức sống rất cao, phần lớn dân thành phố rời khỏi nhà vào thời gian thể thao mùa đông cũng như mùa hè. Họ sử dụng mỗi năm ba hệ thống cống khác nhau. Điều đó tạo ra các nhu cầu trang bị tập thể.

4.2.2. Nước mưa

Lưu lượng nước mưa phụ thuộc:

- Độ dốc và diện tích của lưu vực;
- Hệ số thấm nước;
- Lượng mưa.

Các công thức khác nhau được đề nghị, một trong số đó là công thức của Caputot, đối với khu vực thành phố châu Âu rộng vài trăm hecta, lượng nước mưa lớn nhất trong 5 năm là 200l/s.ha.

4.3. Đánh giá ô nhiễm

4.3.1. Huyền phù (MES)

Lượng chất rắn mang theo nước cống cho một đầu người trong một ngày được đánh giá một cách gần đúng như sau:

- Đối với hệ thống thoát nước riêng từ 60 đến 80g, trong đó khoảng 70% chất bay hơi;

http://tieulun.hopto.org

- Hệ thống cống chung: 70 đến 90g trong đó khoảng 65% chất bay hơi

Ô nhiễm thải ra do mỗi người dân tăng với mức sống và nói chung với quy mô của khu dân cư, nhưng sự tăng trưởng này ít nhanh như sự tăng thể tích chất thải, cũng như nước thải thu gom có xu hướng loãng hơn. Nếu mạng cống có kết cấu không tốt, nước sẽ thâm từ ngoài vào gây nguy hiểm cho hệ thống này. Phần chất rắn đã chỉ ra ở trên được hiểu là sau khi hớt vang, loại bỏ cát của chất thải tự nhiên và không kể các sản phẩm thu được khi xử lý sơ bộ, chúng vào cỡ:

Vớt rác:

- 2 đến 5dm^3 các chất được vớt trong một năm/đầu người với lưới với có mắt lưới cỡ 40mm;

- 5 đến 10dm^3 đối với lưới cỡ 20mm;

- 10 đến 15dm^3 cho lưới cỡ 6mm.

Hàm lượng nước trong các chất này khoảng 70-80% sau khi làm ráo nước và ép chặt.

Sự lắng cát

Trong hệ thống cống chung khoảng 12dm^3/năm cho một đầu người ở nhà riêng và 5dm^3 cho một người sống tập thể.

• *Nước mưa*

Việc đánh giá ô nhiễm do nước mưa gây ra cần phải biết đến. Quy luật chung rất khó xác định, vì việc tìm hiểu sâu sắc về các chất còn rất ít và ảnh hưởng của điều kiện địa hình quá lớn. Sự ô nhiễm này thay đổi đáng kể trong quá trình kết tủa, nồng độ khá lớn vào lúc ban đầu các trận mưa giông. Các chất kéo theo có nhiều khoáng chất trong tự nhiên hơn là trong nước thải, và có chứa hydrocacbua, chì, do nhiên liệu của các động cơ thải ra.

Một cuộc điều tra được tiến hành bởi Hội kỹ thuật đô thị hoá Pháp (STU) đã đưa ra một đánh giá hàng năm từ 300 đến 1.100kg huyền phù/hecta lưu vực và từ 800 đến 2 650kg huyền phù cho một hecta lưu vực không thấm

4.3.2. Ô nhiễm hữu cơ chứa cácbon

Tải trọng BOD trong nước thải đô thị cho một đầu người trong ngày được đánh giá sau khi đã xử lý sơ bộ ở:

- Hệ thống thoát nước riêng từ 50 đến 70g;

http://tieulun.hopto.org

- Hệ thống thoát nước chung từ 60 đến 80g.

Khoảng 1/3 chất ô nhiễm này là hoà tan, còn 2/3 ở dạng hạt (có thể lắng gạn được hoặc không). Trong hệ thống thoát nước chung, tỷ lệ phần trăm của chất ô nhiễm lắng gạn được nói chung lớn hơn ở hệ thống thoát nước riêng.

Tỷ lệ COD/BOD_5 của ERU thường nằm giữa hai giá trị 2 và 2,5.

COT, do kỹ thuật phân tích chưa thể xác định được các thành phần riêng.

• *Nước mưa*

Cuộc điều tra của STU đã thông báo về đánh giá dòng ô nhiễm hàng năm của nước mưa:

	Lưu vực thoát nước	Địa hình dốc không thấm nước
BOD kg/người	30 - 85	80 - 210
COD kg/người	160 - 460	470 - 1 100

4.3.3. Các thành phần khác

• *Nitơ*

Trong nước thải sinh hoạt, nồng độ NTK vào khoảng 15 đến 20% của nồng độ BOD_5. Phần bổ sung hàng ngày của NTK nằm giữa 10 đến 15g/đầu người

• *Photpho*

Phần bổ sung photpho hàng ngày khoảng 4g/người. Thực chất nó là sự chuyển hoá trao đổi chất riêng biệt và việc sử dụng các dạng công thức thuốc tẩy. Lượng chất thải thay đổi theo ngày trong tuần.

• *Chất hoạt tính bề mặt*

Việc sử dụng rộng rãi các thuốc tẩy phân huỷ sinh học đã gây khó khăn trong vận hành ở các trạm vì có váng bọt, tuy thế việc dùng chất tẩy trong dân cư xảy ra ngày càng nhiều.

• *Nguyên tố vi lượng*

Các nguyên tố độc hại quan trọng nhất là các kim loại nặng. Nguồn gốc chính của chúng từ công nghiệp đồng, kẽm, cadimi, crôm, chì, thuỷ ngân, niken là các chất ô nhiễm thường gặp nhất. Nói chung nồng độ của các nguyên tố này nhỏ hơn mg/l. Chất thải trong mạng ống dẫn có tỷ lệ lớn hơn trong môi trường thiên nhiên. Các sản phẩm độc hại theo luật là cấm xả vào cống và vào môi trường nước tự nhiên.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 9. Các đặc tính trung bình của nước thải đô thị

Các tham số		Tỷ lệ thay đổi	Phần lắng gạn được
pH		7,5- 8,5	
Tách khô	(mg/l)	1.000 - 2.000	10%
MES toàn phần	(mg/l)	150 - 500	50 - 60%
BOD_5	(mg/l)	100 - 400	20 - 30%
COD	(mg/l)	300 - 1.000	20 - 30%
COT	(mg/l)	100 - 300	
NTK	(mg/l)	30 - 100	10%
$N\text{-}NH_4^+$	(mg/l)	20 - 80	0%
$N\text{-}NO_2^-$	(mg/l)	< 1	0%
$N\text{-}NO_3^-$	(mg/l)	< 1	0%
Chất tẩy rửa	(mg/l)	6 - 13	0%
P	(mg/l)	10 - 25	10%

4.3.4. Tác nhân gây bệnh

Nước thải đô thị có nhiều vi sinh, trong đó một số vi sinh dễ gây bệnh: vi khuẩn, virus, động vật đơn bào, giun sán. Vi khuẩn gây bệnh thường gặp nhất là các vi khuan samonella có nồng độ từ 10^2 đến 10^5/100ml.

Kiểm tra mầm mống gây bệnh trong nước sử dụng theo cách kiểm tra thông dụng để xác định vi khuẩn trong nước thường rất lâu. Để phát hiện mầm mống gây bệnh thường dùng dạng coli toàn phần và đôi khi cũng dùng coli phân, khuẩn cầu chuỗi. Trong 100ml nước thải đô thị thường chứa 10^7 đến 10^8 vi khuẩn coli toàn phần và 10^6 đến 10^7 con vi khuan coli phân

Khi không phát hiện thấy coli trong nước thải không có nghĩa là nó không chứa mầm mống gây bệnh, ở ERU, lợi ích của việc thử mầm trước hết để đánh giá mức độ khử nhiễu (hoặc khử trùng toàn phần). Ta biểu diễn bằng đơn vị loga thập phân mà việc xử lý cho phép giảm số lượng ban đầu của nước tự nhiên.

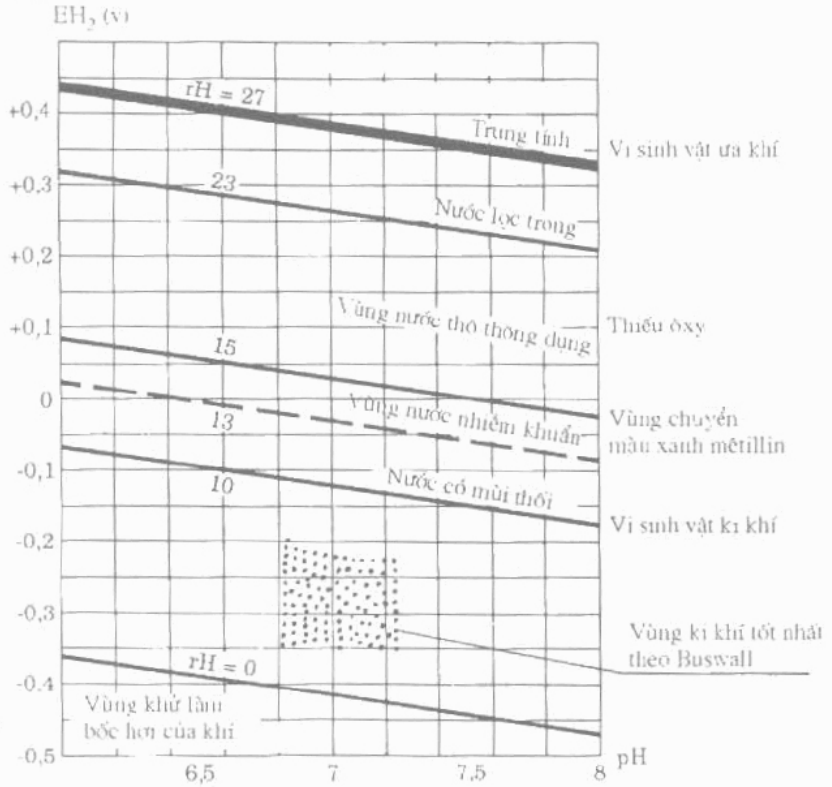
4.3.5. Điện thế oxy hoá khử - Tính nhiem khuẩn

Nước thải khu dân cư mới, có điện thế oxy hoá khử vào khoảng 100mV, điều đó tương ứng với nồng độ pH gần bằng 7 và rH từ 17 đến 21. Một điện thế +40mV (hoặc rH =15 và pH =7) hoặc điện thế âm đặc trưng môi trường khử (nước nhiễm khuẩn, men thối, thể hiện khử hoá học). Điện thế lớn hơn

http://tieulun.hopto.org

300mV (hoặc rH = 24 ở pH = 7) chứng tỏ môi trường oxy hoá không bình thường.

Sự nhiễm khuẩn của nước thải đưa đến sự hình thành sulfua (S^{2-}) và gây nên sự phá huỷ H_2S. Hình 24 thống kê sự phát triển của nước phụ thuộc vào độ pH và rH.



Hình 24. *Đồ thị điện thế redox-pH của nước thải*

4.3.6. Các chất cặn thải

Các chất cặn thải có những tính chất khác nhau tuỳ theo nguồn gốc. Chúng được lấy ra từ bể tự hoại kín có hai dạng chính:

- Các bể do "tác dụng nước" (khối lượng nước ít trộn lẫn với phân), thường tháo hàng năm rất đặc (COD nằm giữa 12 và 30g/*l*).

- Các bể có trang bị cách dội nước, tháo thường xuyên hơn và rất loãng COD cỡ 2g/*l*).

Thể tích sẵn có của bể chứa phân quyết định thời gian của 1 chu kỳ xả rửa bể và không đảm bảo các chất này đã được xử lý sơ bộ hay chưa. Bảng 10 nêu lên đặc tính của sản phẩm này ở một số nước.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 10. Thành phần các chất của phân thải

Các tham số nồng độ g/l)	Thay đổi thông thường		Trường hợp đặc biệt
	ở Pháp	ở Nhật	Arập Saudit TAIF
pH	7,7 - 8,5	6,4 - 7,9	6,20
COD	2 - 30	8 - 15	1,75
BOD	1,5 - 10	5 - 9	0,42
MES	2 - 10	20 - 35	0,66
Tổng nitơ NTK	0,5 - 2,5	3,5 - 6	0,17
Nitơ amoni	0,4 - 2	3 - 4	0,12

4.3.7. Các đỉnh ô nhiễm

Nói chung ta khẳng định rằng một sự thay đổi nồng độ ô nhiễm kéo theo sự thay đổi lưu lượng. Sự thay đổi dòng ô nhiễm thường lớn hơn sự thay đổi lưu lượng đơn thuần. Hiện tượng này đặc biệt rõ rệt đối với các tham số huyền phù ở hệ thống cống chung.

4.4. Mục tiêu xử lý và yêu cầu chất lượng

Mục tiêu xử lý nước thải là loại chất độc hại để bảo vệ môi trường tự nhiên. Dần dần, những quy định đã thay đổi với mức độ ngày càng cao để nước thải có khả năng phù hợp với yêu cầu chất lượng của nước sông, các quy định do các nhà quản lý nguồn nước soạn thảo. Mục tiêu của chất lượng trước hết phải kể đến việc sử dụng nước sông ở hạ nguồn để nuôi cá, tắm rửa, nguồn nước uống, tương ứng với sự phân loại các sông, ví dụ cho trong bảng 11. Để chú ý tới đặc tính thay đổi ngẫu nhiên lưu lượng nước ở các cửa sông, yêu cầu chất lượng phải bảo đảm cả khi sông có lưu lượng nhỏ, nghĩa là lưu lượng thường có (phương pháp của nước Pháp) hay trong một số ngày có lưu lượng nhỏ nhất trong năm.

Trong trường hợp thải ra các cửa sông và biển, điều kiện thải chấp nhận là phải chú ý đến các hoạt động đặc biệt của vùng ven biển (tắm biển, nghề nuôi trai sò).

http://tieulun.hopto.org

Bảng 11. Các tiêu chuẩn để đánh giá chung chất lượng nước sông

	1A	1B	2	3
Điện dẫn µs/Cm ở 20°C	≤ 400	400 - 750	750 - 1.500	1.500-3.000
Nhiệt độ	≤ 20	20 - 22	22 - 25	25 - 30
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6 - 9	5,5 - 9,5
MES (mg/l)	≤ 30	≤ 30	≤ 30	30 - 70
O_2 hoà tan (mg/l)	>7	5 - 7	3 - 5	môi trường
O_2 hoà tan (%)	>90%	70 - 90	50 - 70	yếm khí
BOD_5 (mg/l)	≤ 3	3 - 5	5 - 10	10 - 25
Oxy hoá (mg/l)	≤ 3	3 - 5	5 - 8	
COD (mg/l)	≤ 20	20 - 25	25 - 40	40 - 80
NH_4 (mg/l)	≤ 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 8
NO_3 (mg/l)	≤ 1		< 44	44 - 100
N toàn phần (NTK)		1 - 2	2 - 3	
Fe (mg/l)	≤ 0,5	0,5 - 1	1 - 1,5	
Mn (mg/l)	≤ 0,1	0,1 - 0,25	0,25 - 0,5	
F (mg/l)	≤ 0,7	0,7 - 1,7	0,7 - 1,7	> 1,7
Cu (mg/l)	≤ 0,02	0,02 - 0,05	0,05 - 1	> 1
Zn (mg/l)	≤ 0,5	0,5 - 1	1 - 5	> 5
As (mg/l)	≤ 0,01	≤ 0,01	0,01 - 0,05	> 0.05
Cd (mg/l)	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0.001	> 0,001
Cr (mg/l)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	> 0,05
CN (mg/l)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	> 0,05
Pb (mg/l)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	> 0,05
Se (mg/l)	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	> 0,01
Hg (mg/l)	≤ 0,0005	≤ 0,0005	≤ 0,0005	> 0,005
Phênol (mg/l)		≤ 0,001	0,001 - 0,05	0,05 - 0,5
Thuốc tẩy (mg/l)	≤ 0,2	≤ 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5
Chất tách ra từ dạng Clo* (mg/l)	< 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1	> 1
Khuẩn Coli (số con trong 100ml)	≤ 50	50 - 5.000	5.000-50.000	
EschColi	≤ 20	20 - 2.000	2.000-20.000	
Khuẩn cầu chuỗi	< 20	20 - 1.000	1.000-10.000	
Sai lệch chỉ số sinh học so với chỉ số định mức	1	2 hoặc 3	4 hoặc 5	6 hoặc 7

(*): Thay thế dạng viết tắt của clo mục 7.2.1

http://tieulun.hopto.org

Chú thích sử dụng bảng 11

• *Chất lượng nước phụ thuộc vào nhiều thông số: nhiệt độ, amoni (NH_3), thuỷ ngân (Hg),...*

• *Người ta có thói quen đánh giá chất lượng nước bằng các thông số đo trong trường hợp bất lợi nhất.*

• *Chất lượng này đạt được ít nhất 10% của phép đo các thông số theo ngưỡng biểu thị các mất lưới của thiết bị lọc.*

Cấp 1A: đặc trưng cho nước xem như không có ô nhiễm, đủ khả năng thoả mãn sử dụng với nhu cầu cao nhất về chất lượng.

Cấp 1B: chất lượng giảm chút ít, tuy vậy chúng cũng thoả mãn tất cả mọi yêu cầu sử dụng.

Cấp 2: chất lượng đủ dùng để tưới, sử dụng trong công nghiệp, sản xuất nước uống sau khi xử lý. Có thể cho súc vật uống. Cá sống bình thường nhưng việc sinh sản là ngẫu nhiên. Các vui chơi giải trí trên nước có thể được, khi những trò chơi này chỉ cần tiếp xúc riêng với nước.

Cấp 3: chất lượng nước "tầm thường" đủ khả năng để tưới, làm lạnh và giao thông đường thuỷ. Nghề nuôi cá vẫn tồn tại trong loại nước này nhưng hấp bệnh trong mùa nước kiệt hoặc nhiệt độ cao.

Cấp ngoại hạng: nước vượt quá giá trị cho phép cực đại ở cấp 3 đối với nhiều thông số. Chúng được xem như không đủ điều kiện các nhu cầu công việc sử dụng và có khả năng đe dọa đối với sức khoẻ cộng đồng và môi trường.

4.5. Sử dụng lại nước thải

4.5.1. Sử dụng trong nông nghiệp

Sử dụng nước thải trong nông nghiệp đã có từ lâu. Các cánh đồng rải phân tạo nên những hệ thống lọc đầu tiên. Đất là lớp lọc có hiệu quả, một hecta chứa từ 1 đến 2 tấn vi sinh. Ngày nay, lợi ích chủ yếu của việc dùng lại nước thải trong trồng trọt để đưa thêm nước vào cây trồng (vùng đất khô cằn) góp thêm chất dinh dưỡng cho đất.

Các quy định cần phải áp dụng để tránh lắng cặn và ăn mòn trong mạng phân phối: xử lý lắng gạn sơ bộ nước thải tự nhiên nên làm trong tất cả các trường hợp. Xử lý sơ bộ sinh học cũng cần phải bảo đảm. Đặc biệt giảm đáng kể những độc hại về mùi hôi.

Hai loại nguy hiểm liên quan đến việc dùng nước thải:

• *Nguy hiểm về vệ sinh cho dân cư ở gần và người tiêu thụ sản phẩm.* Tùy theo tình trạng vệ sinh bệnh dịch địa phương, phương pháp canh tác, thói quen cuộc sống và điều kiện khí hậu mà nguy hiểm này rất khác nhau. Tuy nhiên ta có thể nhận thấy rằng: nói chung không được sử dụng nước thải cho các vùng trồng rau ăn sống. Quản lý đúng thời kỳ, ngừng rải phân khi gần mùa thu hoạch làm giảm nguy hiểm này. Sử dụng nước thải trên các đồng

http://tieulun.hopto.org

có trong mùa cắt không có vấn đề gì lớn cũng như đồng cỏ chăn nuôi. Thích hợp nhất là trồng cây ăn quả, ngũ cốc, củ cải đường, cây cho dầu. Rải phân bằng dòng nước tưới tốt hơn việc rẩy nước.

• *Nguy hiểm cho đất và trồng trọt*: lấp kín đất, tăng độ muối, thêm chất độc. Tính chất vật lý của đất có thể thay đổi theo việc rải phân. Cấu trúc có thể bị phá vỡ do phân góp thêm dư thừa natri, và không có tính ngâm chiết (đặc biệt ở các vùng ít mưa). Sự nhận biết tỷ số hấp thụ natri. (RAS) của chất thải rất quan trọng:

$$RAS = \frac{(Na^{+})}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+})+(Mg^{2+})}{2}}}$$

Rất nguy hiểm khi RAS gần bằng 10, nói chung điều đó chỉ xảy ra ở một số chất thải đặc biệt (ở nhà máy rượu, nhà máy đường và sản xuất phomat).

Độ muối quá lớn của chất thải (> 2mg/l) cũng gây nên nhiều khó khăn, dẫn tới việc kiểm soát nghiêm ngặt lượng nước thải làm tăng độ muối của đất trồng trọt. Tỷ số C/N chủ yếu vẫn giữ nguyên cho nhu cầu trồng trọt. Quan hệ N/P/K thể hiện sự dư thừa lớn nitơ trong nước thải sinh hoạt. Một trong những nhược điểm của việc sử dụng lại nước trong nông nghiệp là làm tăng thêm lượng nitrat trong tầng chứa nước. Bảng 12 và 13 cho ví dụ các giá trị định hướng đối với nước tưới được chấp nhận ở Califocnia.

Bảng 12. Bảng giá trị định hướng các đặc tính chính của nước tưới

	Giới hạn sử dụng		
Đặc tính	Thấp nhất	Trung bình	Lớn
Độ muối (mg/l)	< 450	450 - 2.000	> 2.000
Điện dẫn suất µm/cm (CE)	< 700	700 - 3.000	> 3.000
RAS = 0 - 3 (CE)	> 700	700 - 200	< 200
= 3 - 6 (CE)	> 1.200	1.200 - 300	< 300
= 6 - 12 (CE)	> 1.900	1.900 - 500	< 500
= 12 - 20 (CE)	> 2.900	2.900 - 1.300	< 1.300
= 20 - 40 (CE)	> 5.000	5.000 - 2.900	< 2.900
Na Tưới bề mặt - RAS	< 3	3 - 9	> 9
Tưới bằng rẩy nước mg/l	< 70	> 70	
Cl Tưới bề mặt mg/l	< 140	140 - 350	> 350
Tưới bằng rẩy nước mg/l	< 100	> 100	
pH	6,5 - 8,4		

http://tieulun.hopto.org

Bảng 13. Bảng các giá trị định hướng các nguyên tố vết trong nước tưới

Đặc tính	Giá trị giới hạn mg/l	Đặc tính	Giá trị giới hạn mg/l
Al	5	Fe	5
As	0,10	Li	2,5
B	0,75	Mn	0,2
Be	0,1	Mo	0,01
Cd	0,010	Ni	0,2
Cr	0,10	Pb	5
Co	0,05	Se	0,02
Cu	0,2	Va	0,10
F	1	Zn	2,0

Ghi chú: Lượng nước khai thác để tưới phục vụ nông nghiệp hàng năm khoảng 1,20m. Để khai thác nhiều trong thời gian ngắn, lượng nước có thể tăng lên.

Nước thải dùng để làm mát các sân chơi: golf, công viên,... Việc làm mát thường được thực hiện bằng tưới nước. Cần phải xử lý tốt loại nước thải này và khử trùng sau khi đã loại bỏ các chất huyền phù và ô nhiễm hữu cơ.

4.5.2. Sử dụng trong công nghiệp

Nước thải đô thị sau khi xử lý có thể là nguồn nước hoàn toàn đáp ứng yêu cầu công nghiệp, đặc biệt để làm lạnh và nước rửa. Các công trình sử dụng hiện nay tương đối nhiều. Loại bỏ triệt để chất hữu cơ là rất cần thiết và xử lý sinh học là công đoạn xử lý kết thúc. Nước sau khi xử lý bậc ba rất hoàn hảo có thể dùng để cấp cho nồi hơi áp suất thấp, cần phải hiểu rằng đã đưa thêm vào một công đoạn khử muối khoáng. Các thử nghiệm kéo dài đã chứng minh tính khả thi của phương pháp này cho nồi hơi áp suất trung bình.

4.5.3. Nước dùng ở nhà và đô thị

Sử dụng lại nước thải sinh hoạt và nước thải đô thị đã xử lý, có thể khác nhau về chất lượng và theo nhiều sơ đồ công nghệ.

- Tuần hoàn từng phần ở trong nhà. Giải pháp này có mục đích sử dụng lại nước thải đã xử lý để cấp nước cho việc tắm rửa vệ sinh;

- Cung cấp nước để rửa sạch thành phố (đường phố, xe,...) và mạng cứu hoả. Việc sử dụng này không gây phiền hà vận hành cho mạng (lắng cặn,

http://tieulun.hopto.org

phát triển vi khuẩn ăn mòn ...) cũng không làm mất vệ sinh, người ta có thể chấp nhận được;

- Cấp lại một phần cho tầng nước ngầm (qua lớp lọc);

- Xây dựng các đập nước ngầm ngăn nước biển thâm nhập vào các tầng chứa nước ở vùng ven biển;

- Đưa nước trở lại chu trình nước uống. Cách này yêu cầu dây chuyền xử lý rất phức tạp, nhưng khả năng kỹ thuật đã giải quyết được. Nó đã dùng ở sa mạc và được nghiên cứu cho các tầu vũ trụ. Độ muối của nước sử dụng lại thường được trộn với nước ngọt để bảo đảm tính uống được bình thường, nếu không cần phải loại bỏ độ muối. Loại bỏ ô nhiễm hữu cơ, amoni và ô nhiễm vi khuẩn cần phải làm cẩn thận.

5. NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP



Hình 25. Nước thải công nghiệp

5.1. Các dạng của nước thải

Trong khi nước thải dân dụng có đặc tính ít thay đổi, thì nước thải công nghiệp khác nhau rất nhiều, và cần có sự đầu tư riêng cho mỗi ngành công nghiệp và đưa ra các phương pháp xử lý riêng biệt. Vấn đề cơ bản là hoàn thiện các quá trình sản xuất và tổ chức chu trình xử lý.

5.1.1. Nguồn gốc chất thải

Người ta phân biệt 4 loại chất thải công nghiệp.

http://tieulun.hopto.org

5.1.1.1. Chất thải nói chung của quá trình sản xuất

Phần lớn các quá trình sản xuất đều thải ra chất ô nhiễm do sự tiếp xúc của nước với khí, chất lỏng hoặc chất rắn. Các chất thải liên tục hoặc không liên tục. Chúng cũng có thể chỉ là các sản phẩm kéo dài một vài tháng trong năm (công đoạn xử lý trong công nghiệp thực phẩm. Ví dụ: hai tháng cho nhà máy đường củ cải). Nói chung dòng ô nhiễm đã biết nếu sản xuất đều đặn, nhưng khi các xí nghiệp công nghiệp làm việc theo công đoạn xử lý riêng biệt (hoá tổng hợp, sản xuất thuốc, hoá học chế biến), thì việc phân tích chất thải khó khăn hơn.

5.1.1.2. Chất thải đặc biệt

Một số chất thải có khả năng tách ra để xử lý riêng và thu hồi lại, hoặc trữ lại trong bể chứa để đưa trở lại chu trình xử lý với lưu lượng cân bằng. Ví dụ như trường hợp:

Bể tẩy gỉ và bể mạ điện, xút đã dùng, nước có mùi amoniac của than cốc;

- Nước ngâm bột nhà máy giấy, nước cốt trong công nghiệp thực phẩm;
- Chất thải đặc và chất thải đặc.

5.1.1.3. Chất thải của dịch vụ công cộng

- Nước ở vòi (nhà ăn);
- Nước ở buồng đốt (nước thải nồi hơi, dung dịch rửa nhựa tái sinh);
- Bùn của xử lý nước cấp thêm;
- Tháo nước làm lạnh.

5.1.1.4. Chất thải ngẫu nhiên

Điều đó không được quên, chúng có thể tương ứng với:

- Nước rò rỉ tới mức nguy hiểm của sản phẩm trong vận chuyển và tích trữ;
- Nước rửa sàn;
- Nước ô nhiễm do mưa bão, có thể tạo nên quá tải thủy lực

5.1.2. Đặc tính chung của chất thải

Để thiết kế đúng một trạm xử lý nước thải, cần phải chuẩn bị các yếu tố cơ bản sau:

- Kiểu sản xuất, công suất, chu trình và nguyên liệu;
- Thành phần của nước cấp thêm cho nhà máy;

http://tieulun.hopto.org

- Khả năng tách chất thải hay tuần hoàn lại;

- Thể tích chất thải trong một ngày đối với các loại;

- Lưu lượng giờ trung bình và cực đại (thời gian và tần số cho mỗi loại).

Lượng ô nhiễm trung bình, cực đại (tần số và thời gian) cho loại chất thải và ô nhiễm đặc biệt của công nghiệp.

Điều có ích là các thông tin về sự ô nhiễm thứ cấp, kể cả ngẫu nhiên có thể làm rối loạn nặng sự vận hành một số bộ phận của thiết bị xử lý (keo, nhựa chưng, sợi, dầu, cát,...). Trong khuôn khổ xây dựng một nhà máy mới, các dữ kiện nhận được sau khi phân tích qua trình sản xuất được so sánh với các dữ kiện đưa từ nhà máy tương tự. Cần phải biết thành phần của nước cấp thêm.

5.1.3. Các thông số đặc trưng ô nhiễm

Các chất góp thêm ô nhiễm tiêu biểu kể dưới đây được phân loại tuỳ theo phương thức xử lý mà chúng đã được công nhận:

Các chất không tan tách được bằng vật lý có hoặc không kết tụ:

- Các chất nổi (mỡ, hydrocacbua béo, nhựa đường, dầu mỡ hữu cơ, nhựa tổng hợp):

- Huyền phù (cát oxít, hydroxyt, bột màu, keo, lưu huỳnh, mủ cao su, sợi, chất phụ gia lọc nước):

Các chất hữu cơ tách được bằng hấp phụ

- Chất màu, thuốc tẩy, hợp chất đại phân tử, hợp chất chứa phênol, dẫn xuất nitơ, dẫn xuất clo.

Các chất tách được bằng kết tủa

- Các kim loại độc hoặc không độc, Fe, Cu, Zn, Ni, Al, Hg, Pb, Cr, Cd, Ti, Be, kết tủa ở một số vùng của pH và kết tủa với sulfua;

- PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, F^-.

Các chất tách được bằng khử khí hoặc chưng cất

- H_2S, NH_3, SO_2, phênon, hydrôcacbua nhẹ hoặc thơm, dẫn xuất clo.

Các chất cần phải có phản ứng oxy hoá khử

- CN^-, Cr_{VI}, S^{2-}, Cl_2, NO_2^-.

http://tieulun.hopto.org

Axít vô cơ và bazơ

- Axít clohydric, sunfuaric và flohydric;

- Các bazơ khác nhau.

Các chất có đặc được bằng trao đổi ion hay thẩm thấu ngược

- Các nguyên tố phóng xạ như I*, Mo*, Cs*;

- Muối axít và bazơ mạnh, hợp chất hữu cơ ion hoá (trao đổi ion) hoặc không ion hoá (thẩm thấu ngược).

Các chất có khả năng phân huỷ sinh học

- Ví dụ: đường, prôtêin, phênon. Với khí hậu thích hợp, một số trường hợp các chất hữu cơ như forman, anilin, thuốc tẩy và ngay cả hydrôcacbua thơm có thể bị oxy hoá như một số hợp chất vô cơ ($S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-})

Chất màu

Chất thải công nghiệp có thể bị nhiễm màu mạnh. Các màu này do các chất keo (hột màu, sunfua) hoặc các chất hoà tan (chất hữu cơ, dẫn suất nitơ) gây ra.

Về phương diện phân tích cần chú ý

a) Tỷ lệ COD và BOD_5 của nước thải công nghiệp rất khác với nước thải đô thị. Nó thay đổi ở những giai đoạn xử lý khác nhau. COD cuối cùng đôi khi vượt quá 10 lần giá trị của BOD_5 tương ứng.

b) Sự có mặt của chất độc hại hoạt tính mạnh có thể ức các chất phân huỷ sinh học và làm sai lệch nghiêm trọng phép đo BOD_5. Thông tin cơ bản về khả năng xử lý của nước thải được giải thích ở chương 4.

5.2. Tiêu chuẩn nồng độ các chất thải

Tiêu chuẩn về chất thải thay đổi nhiều:

- Các thông số ô nhiễm có quá nhiều so với nước thải đô thị và phải xác định cho từng ngành công nghiệp riêng biệt;

- Các quy chuẩn hợp pháp có liên quan tới các tham số đặc biệt (hydrôcacbua, kim loại nặng, F^-, CN^-, phênon đặc biệt) phụ thuộc vào phương pháp đo khác nhau và có trị số khác nhau theo luật của mỗi quốc gia. Nước thải có xả trực tiếp ra môi trường thiên nhiên hoặc xả vào cống thoát nước đo thị dẫn đến trạm xử lý sinh học, nếu nó không gây hại cho sự hoạt động bình thường.

http://tieulun.hopto.org

Tùy theo nồng độ trong nước thải, thì các quy định lại phải áp đặt lượng thải lớn nhất trong ngày hoặc cho một đơn vị sản xuất. Và cũng xét đến lưu lượng đó là trung bình tháng và lưu lượng cực đại của một ngày. Đôi khi người ta cũng chấm trước với một số nhân nhương trong việc áp dụng các tiêu chuẩn, mà thực hiện nghiêm chỉnh thì không kinh tế. Dù sao đi nữa, các tiêu chuẩn cũng phải chú ý đến tính nhạy cảm của phương pháp định lượng và khả năng kỹ thuật xử lý. Bảng 14 và 15 chỉ ra toàn bộ vấn đề này.

Bảng 14. Phương pháp định lượng và tỷ lệ có thể của tiêu chuẩn cho một số hợp chất hữu cơ

Hợp chất	Phương pháp	Tỷ lệ chuẩn thường gặp (mg/l)
- Xyanua tự do (Epstan)	- T 90.108(F) ASTM D 203682 C	0.2 - 1
- Xyanua toàn phần (trừ SCN)	- T 90.107(F) ASTM D 203682 A	2 - 6
- Phênon kéo theo hơi nước (DAAP)	- T 90.204 - API 72657	0,5 - 5
- Phênon toàn phần		5 - 10
- Hydrocacbua không tan (kết tủa thành cục, chiết tách, phân tích trọng lực)	- T 90.202 (F) - HMSO 1297 (UK) - API 73253	2 - 10
- Hydrocacbua toàn phần trong lọc (quang phổ kế IR, 2pics)	- T 90 203CF - CONCAWE 1/72	15 - 30
- Chất anion hoạt tính bề mặt	- S.M AWWA 502 B - ASTM D2330	2 - 10

5.3. Kỹ thuật làm sạch của nước tuần hoàn

Sự phát triển của xí nghiệp công nghiệp trong hai giai đoạn nối tiếp đã làm giảm thể tích nước thải và luồng ô nhiễm trong nhiều trường hợp.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 15. Ví dụ các tiêu chuẩn đối với kim loại (mg/*l*)

Tên kim loại	Nước Pháp mạ điện xử lý bề mặt	Hà Lan, thiêu đốt rác	CHLB Đức khử sunfua của khói	Thuỵ Sĩ nước thải vào hồ
Ag	–	0,1	–	0,1
Al	5	–	–	10
Cd	0,2	0,05	0,05	0,1
Cr_{III}	3	0,2	0,5	2
Cr_{VI}	0,1			0,1
Cu	2	–	0,5	0,5
Fe	5	–	–	2
Hg	-	0,01	0,05	0,01
Ni	5	0,5	0,5	–
Pb	1	1	0,1	0,5
Se	–	–	–	2
Zn	5	0,5	1	2
Vd	–	–	–	–

5.3.1. Tuần hoàn lại

Chu trình tuần hoàn lại, trước hết buộc phải làm lạnh để giảm tiêu thụ nước và để khống chế chất thải. Nó được chú trọng trong luyện kim (tiêu thụ trước đây 200m^3/tấn thép, nay chỉ còn phải cấp thêm 5m^3/t hoặc 3m^3/t) trong sản xuất giấy (giảm từ 50-100m^3/t, còn ít hơn là 5) và trong việc sản xuất sợi ép. Điều quan trọng là dự tính được phần lớn ô nhiễm không hoà tan và có thể loại bỏ bằng phương pháp hoá lý đơn giản ngay trong chu trình hoặc trong dòng nhánh.

5.3.2. Kỹ thuật làm sạch

Một thử thách lớn cho các xí nghiệp công nghiệp là trách nhiệm đối với môi trường, cần phải hoàn thiện tối ưu các quá trình để ít gây ô nhiễm hơn trong sản xuất.

http://tieulun.hopto.org

Nhiều biện pháp đã áp dụng trong các xí nghiệp và thành công đã được biết đến. Ở đây ta chỉ kể ra các ví dụ có ý nghĩa nhất ở chất thải lỏng. Người ta thay thế bộ phun khí bằng việc hắt chất lỏng nhờ một thiết bị rửa không truyền ô nhiễm và được kiểm tra lại bằng cách lọc hay bằng một chu trình tuần hoàn trực tiếp nước rửa (trường hợp các nhà máy amonitrat). Những phương pháp đặc trưng cho tác dụng này:

• *Loại bỏ nước thải bằng tạo một phương pháp mới* "quy trình khô" như việc xử lý bề mặt.

- Thay mạ crôm bằng thấm ion nitơ nóng;

- Thay mạ cadimi bằng cách sử dụng nhôm hoá hơi ion;

- Thay công nghệ mạ điện bằng phủ màng rilsan. (chất dẻo)

• *Tách và thu hồi các nguyên liệu hoà tan độc hại hoặc có giá trị.* Ví dụ:

- Dung môi được tách bằng chưng cất chế tạo sơn (HC), nhựa sunfon (dicloêtan), dược liệu (êtanon) chế tạo chất thuộc da (dầu mỏ);

- Crôm cố định trên nhựa: Crôm hoá trị 3 ở bể mạ crôm được thu hồi dưới dạng crômát, axít cromic ở bể thu crômic với chu tình tuần hoàn lại các chất đã chọn trong bể.

• *Tách các hợp chất lỏ lửng* đưa quá trình điều chế và tái hợp thành các quy trình:

- Lắng gạn bùn trong xưởng sản xuất cacton;

- Dầu của xưởng tinh loc và xương chế biến bơ thực vật;

- Mỡ và protêin ở lò mổ.

• *Tách các hợp chất hoà tan tổng hợp trong các quá trình*

- Phênon natrihydrôxyt thải với sự tách pha lỏng - lỏng bởi một mẻ dầu mo tuần hoàn lại;

- Amoni của nước sản xuất than cốc hoặc nước sản xuất axít amin, được tách bằng cách dẫn qua hơi nước, sau đó thu hồi bằng cach ngưng tụ hoặc sunfat hoá.

5.4. Công nghiệp thực phẩm

Các đặc tính chung ở tất cả các nước thải công nghiệp thực phẩm là: ô nhiễm hữu cơ có tính phân huỷ sinh học là cơ bản. Khuynh hướng chung là axít hoá và lên men nhanh. Tất cả các nước thải được xử lý chủ yếu bằng sinh học, nhưng trong môi trường thiếu nitơ và phôtpho.

http://tieulun.hopto.org

5.4.1. *Chuồng lợn*

Ô nhiễm phụ thuộc vào loại chăn nuôi, phương pháp làm sạch chuồng trại, thời gian dự trữ và loại thức ăn. Ở các nước nhiệt đới, tắm rửa cho lợn làm tăng thêm khối lương nước theo bảng dưới đây.

Chất thải cho 1 đầu lợn/ngày	Nước làm sạch	Làm sạch khô	Phân tích nước phân chuồng (g/l)	
Nước	17 - 25 lít	11 - 13 lít	MES (chất lơ lửng)	30 - 80
BOD_5	100 - 200g	80 - 120g	COD	25 - 60
NTK	18 - 35g		BOD_5	10 - 30
COD	300 - 500g		NTK	2 - 5
			NH_4 toàn phần	3 - 4
			Cl	0,8
			SO_4	1,5 - 2
			TAC	1.400°F - 1.500°F
			pH	7 - 8

5.4.2. *Lò mổ và công nghiệp phụ*

5.4.2.1. Lò mổ công nghiệp gia súc

Chúng gồm có nơi mổ, xưởng làm lòng và nơi tháo phân thải quá 50% chất ô nhiễm. Nó phụ thuộc vào:

- Tỷ lệ thu hồi tiết (BOD_5: 150-200g/l; COD: 300-400g/l; NTK: 25g/l), có thể đạt tới 90% ở các lò mổ lớn;

- Cách tháo phân, thường không dùng phương pháp thuỷ lực;

- Độ lớn của xưởng làm lòng lợn;

- Các xưởng phụ (ướp muối và đồ hộp).

Từ đó suy ra rằng khối lượng nước thải ở các lò mổ hiện đại châu Âu rất nhỏ. Thể tích này có thể đánh giá bằng l/kg xương:

- Từ 6-9 lít/ kg xương bò (cân nặng 320-350kg);

- 5 đến 11 lít/kg xương lợn (80-90kg).

http://tieulun.hopto.org

Theo sự điều tra của CEMAGREF, khối lượng nước tiêu thụ, chất ô nhiễm chiếm tỷ lệ như sau:

Xưởng hoặc trạm	Thể tích l/kg xương	g/kg xương	Lò mổ bò đa năng	Lò mổ lợn
Dây chuyền mổ		COD	32,3 ± 5,2	27,3 ± 9
- Bò	4,8 để rửa bụng	BOD_5	13,2 ± 2,2	13,2 ± 4,3
- Lò mổ lợn	4,1	Mỡ (SEC)	5,2 ± 1,5	
- Rửa bụng	2,0	N toàn phần	1,6 ± 0,3	1,6 ± 0,5
- Ruột bò to	2,4	MES	11,8 ± 2,5	9,3 ± 3,4
- Làm lòng bò to	0,4 - 0,7			
- Rửa xe	0,2 - 0,6			

Cần chú ý rằng:

- Xưởng làm lòng chiếm hơn 50% ô nhiễm COD của toàn bộ lò mổ;

- Hàm lượng MES lớn đôi khi thường gặp tương ứng với các chất sơi xơ, không phân huỷ sinh học;

Tải trọng BOD_5 của công nghiệp phụ (ướp muối, đồ hộp) vào khoảng từ 10đến 20/kg sản phẩm cuối cùng.

5.4.2.2. Lò mổ gia cầm

Các công đoạn gây ô nhiễm chính là:

- Cắt tiết;

- Nhúng nước sôi và vặt lông với sự vận chuyển hơi ẩm hoặc khô;

- Mổ gia súc có sử dụng nước hoặc khô và rửa sạch có tuần hoàn lại nước hay không đều có thể ảnh hưởng đến nồng độ nước. Xương đun sôi khử hydrat của sản phẩm phụ (phân gia súc) góp thêm một phần chất ô nhiễm nhưng nhỏ hơn 10 lần so với lò mổ.

Tuy có mạng thu gom nước tách riêng để thu hồi protêin, nhưng vẫn thường bị phân tán, do tính phức tạp của các xưởng và quán tính của máng tháo. Việc tách nước thải nóng cho phép việc làm lạnh kinh tế hơn và phân tách để các chất ô nhiễm chứa mỡ có xử lý sơ bộ đặc biệt. Các cuộc điều tra do CEMAGREF thực hiện ở 5 nhà máy cho giá trị trung bình đối với 1 kg xương (trọng lượng trung bình 1,4 đến 1,5kg).

Gia cầm	Giá trị đo	Gia cầm	Giá trị đo
Thể tích nước thải (l)	8,1 ± 0,9	BOD_5 (g)	9,3 ± 2,5
COD (g)	21 ± 6	MES (g)	4,5 ± 1

http://tieulun.hopto.org

5.4.2.3 Công nghiệp da, keo và gelatin

• *Xưởng thuộc da và thuộc da bằng phèn*

Các xưởng này có nơi xử lý da sơ bộ nói chung bằng ngâm và ngâm nước vôi trong bể nước nóng có cho thêm sunfua và xút rửa. Nước thải có thể chứa 3/4 chất ô nhiễm (xưởng làm việc ở gần song). Giai đoạn sau xử lý là thuộc da có thể thực hiện:

- Trong xưởng thuộc da bắt đầu từ tamin thực vật hay các muối crôm đặc biệt như ta đã thấy trong các chất thải tương ứng;

- Trong các xưởng thuộc da bằng phèn, bắt đầu từ muối NaCl và phèn (chất ô nhiễm vô cơ chính);

Đánh giá chất thải: Thể tích thay đổi rất lớn, từ:

- 20 đến 120m^3/t khi thuộc với crôm (2 đến 3kg Cr^{3+}/t da);

- 20 đến 90m^3/t khi thuộc tamin thực vật;

- 200-250kg COD và 75-150kg MES/t da (30kg cho một con bò).

Ở các nhà máy lớn, người ta tìm cách thu gom riêng biệt:

- Nước thải xử lý sơ bộ;

- Bể ngâm thuộc da (3 đến 6g/l Cr^{3+} pH 3,5);

- Nước kiềm chứa sunfua;

Chất thải chứa keo prôtêin, mỡ, lông, các chất mầu, clorua và sufua đưa tới từ bể ngâm nước vôi.

• *Keo và gelatin*

Trong xí nghiệp này, nguyên liệu là da cắp từ xưởng thuộc da và xương được lấy từ lò mổ. Chúng được hoà tan trong axít sau đó thuỷ phân kiềm trong dung dịch nóng, khi đó da động vật bò, lợn được rửa axít ở bì trước khi nội mỡ. Thể tích nước thải có thể từ 60 đến 70m^3/t xương tương ứng với 50kg BOD_5/t keo xuất xưởng.

5.4.2.4 Dùng lại prôtêin của nước thải lò mổ

Đối với 1.000 tấn gia súc, ta có thể đánh giá tổn thất prôtêin có trong nước thải khoảng 2 tấn. Chúng được thu hồi dưới dạng bùn prôtêin trong quá trình làm sạch sơ bộ sau khi hớt váng loại bỏ cát. Xử lý hoá lý thực hiện được với sự kết tủa vô cơ và hữu cơ cho phép giảm BOD_5 và MES của chất

http://tieulun.hopto.org

thải lần lượt là 80-85% và 85-90%. Nước vệ sinh và nước xả ra từ các xưởng và xe rửa phải tách riêng, không cho trộn lẫn với nước lò mổ.

5.4.3. Công nghiệp sữa

• *Nguồn gốc chất thải*

- Sự diệt trùng và đóng bao, tổn thất sữa, nước rửa loãng có trị số pH rất khác nhau;

- Xưởng làm phomát và cazêin: chất thải huyết thanh đã khử prôtêin nhưng giầu lactoza;

- Xưởng sản xuất bơ: chất thải của bơ ít mỡ nhưng nhiều lactoza và prôtêin

Ô nhiễm tổng thể phụ thuộc nhiều vào việc thu hồi huyết thanh sữa (tổn thất ít nhất là 7%).

• *Đánh giá chất thải*

Thể tích của chúng phụ thuộc vào sự tuần hoàn lại (làm sạch và thu hồi chất ngưng tụ). Nồng độ cũng phụ thuộc vào bản chất của sản phẩm sữa đã được thải ra

Những chú ý về đặc tính của nước thải:

- Tỷ số COD/BOD_5 vào cỡ 1,4 trong sữa và bằng 1,9 trong huyết thanh;

- Chất thải NTK thay đổi từ 1 đến 20g cho 100 lít sữa;

- BOD_5 của nước thải chung có thể thay đổi từ 700 đến 1.600mg/l;

- Độ pH sau khi đồng thể hoá thường vào khoảng 7,5 đến 8,8.

Bảng 16. Chất thải của công nghiệp sữa

Phân xưởng hoặc nhà máy	Thể tích lít nước/lít sữa	BOD_5 (mg/l)	MES (mg/l)
Sữa uống và sữa chua	1 - 25	120 - 300	50
Sữa bột và bơ	1 - 3	80 - 300	30
Cazéinim	2 - 4	400 - 500	100
Phomát	2 - 3	400 - 900	100
Nhà máy nhiều chức năng	2 6	300 - 750	120

http://tieulun.hopto.org

Bảng 17. Phân tích các loại sản phẩm sữa (g/l)

Tên	Sữa nguyên chất		Váng sữa	Huyết thanh sữa	Bơ
	Bò	Dê			
BOD_5	90 - 120		50 - 73	34 - 55	60 - 70
Ca	1,25	1,3	1,2		1,2
K	1,5	2,0			
P	0,95	0,9	0,9	0,8	0,95
Cl	1,1	1,3	1		1
M.S	130	114		60 -45	
Mỡ	39	33	0,8	0,5 - 2	3
MAT*	33	29	35	7,9	30
Lacôza	47	43	50	47 - 50	44
Axít lactic				2- 6	1
Tro (g/kg)	8 - 9	8		5 - 7	

Ghi chú: *MAT* Đạm hoà tan + prôtêin*

5.4.4. Nhà máy bia

• *Nguồn gốc chất thải*

- Đổ đầy bia vào chai, làm tràn bia ra ngoài;
- Rửa sạch (chai, thùng đựng men và giá đỡ, sàn);
- Lọc nước hèm, tách các vẩn đục và men.

• *Ô nhiễm*: do bia, men và các hạt khác nhau (bã bia, đá tảo silic-kizengua và điatomit).

• *Đánh giá chất thải*

- 200 - 700l/hl bia, trung bình 500, chủ yếu xả ra từ xưởng đóng chai, đóng thùng;
- 400-800g BOD_5/hl bia tuỳ theo sự thu hồi nội bộ men và bã bia;
- pH kiềm tính.

Phân xưởng hoặc trạm	BOD_5 (mg/l)	MES (mg/l)
Rửa chai	200 - 400	100
Rửa thùng đựng men	1.000 - 3.000	500
Rửa bể chứa	5.000 - 15.000	< 50

Ghi chú: *Tỷ lệ COD/BOD_5 sau khi lắng gạn khoảng 1,8 Thiếu dinh dưỡng vì BOD/N/P vào khoảng 1.000/10/1.*

http://tieulun.hopto.org

5.4.5. Công nghiệp chế biến khoai tây - Nhà máy làm tinh bột

Khoai tây chứa 12-20% tinh bột, 70-80% nước và nhiều Protêin. Chất thải BOD_5 rất cao trong nhà máy tinh bột, khi có xử lý sơ bộ bằng rửa, đưa đến ô nhiễmvô cơ cao.

• *Nguồn gốc của ô nhiễm*

Chúng có thể tạo ra ở các phân xưởng:

Xử lý chung: Rửa và vận chuyển củ (đất và mảnh cây) gọt bằng xút hoặc hơi nước (mật độ bã ép lớn có thể thu hồi tinh bột và Protêin).

Đặc biệt: Chế biến khoai tây rán (lượng lớn chất béo) làm trắng (lượng BOD mạnh).

• *Đánh giá chất thải*. Bảng 18 chỉ ra các đặc trưng của chất thải.

Bảng 18. Chất thải của công nghiệp chế biến khoai tây

Xưởng hoặc trạm	Thể tích nước (m^3/t)	MES (kg/t)	BOD_5 (kg/t)
Chế biến			
- Vận chuyển, rửa	2,5-6 (tuần hoàn lại)	20 - 200	-
- Gọt và cắt	2 - 3	-	5 - 10
Kết tụ			
- Nấu và tẩy trắng	2 - 4	-	10 - 15
- Tẩy trắng	2,2 - 5	5 - 10	5 - 15
Xưởng bột			
- Rửa, nạo, xé nhỏ	2 - 6 (nước hồng)	Bã ép tuần hoàn lại	20 - 60*

* Nước chế biến

5.4.6. Công nghiệp chế biến tinh bột

Xương chế biến tinh bột, tách tinh bột từ sắn củ và khoai tây. Xưởng chế biến tinh bột bằng cách làm ẩm, tách chúng từ ngũ cốc giàu tinh bột như: gạo, ngô, lúa mì... Bản chất của chất thải, phụ thuộc vào cách xử lý riêng biệt các nguyên liệu sau khi đã rửa chúng.

Nguyên liệu	Thể tích nước (m^3/t)	BOD_5 (kg/t)
- Tinh bột ngô	2 - 4	5 - 12
- Tinh bột lúa mì (tách bằng trọng lực)	10 - 12	40 - 60
- Tinh bột gạo	8 - 12	5 - 10

http://tieulun.hopto.org

5.4.7. Nước thải trong các xí nghiệp chế biến thực phẩm (I.A.A)

Công nghệ	Nguồn gốc	Chất thải và ô nhiễm	
		m^3/t	kg COD/t
Dầu ăn	Tách dầu từ quả ôliu Ép từ cọ	0,8 - 7 5	50 - 80 80
Tinh chế dầu ăn	Thiết bị ngưng và khử mùi Làm sạch dầu bằng li tâm Làm sạch tinh bột Chế biến bơ thực vật	0,2*** 0,15(pH10; 50-80°C) 0,6 (pH 1-2) 0,1(30°C)	0,5 - 1 3 - 5 2 - 6 (2-5g// PO_4) 0,2 - 0,5
Đồ hộp hoa quả rau và đông lạnh	Làm sạch, bóc vỏ Tẩy trắng	15 - 30 5 - 10	8 - 38 -
Nước hoa quả*	Ép	0,15 - 0,25	0,3 - 1 pH 3 - 4
Sản xuất đường từ củ cải	Rửa và vận chuyển Ép nước Ngưng các chất dư Dạng dịch rửa giả tái sinh	0,4 - 1,2*** 0,2 0,1 -	2 - 3 (200-600kgMES) NH_4 Muối.
Sản xuất đường mía	Rửa mía Tháp áp lực - Dư thừa Ngưng tụ - Dư thừa	5 - 10 0,5 - 1,5 0,1	14 - 25 14 - 25 14 - 25
Công nghiệp chế biến rượu**	Bã nho - bã rượu Bã nho Rượu vang Rỉ đường mía hay củ cải đường Nước ép mía hay củ cải đường Hạt	3 - 6 2 - 3 0,6 - 1,2 1,2 - 1,8 0,8 - 1,6 1 - 5	6 - 12 60 - 200 25 - 35 80 - 100 25 - 40 2 - 8
Cá Bơ mỡ và đồ hộp	Cọ rửa nơi chế biến Chuẩn bị nơi chế biến	15 - 30 0,1 - 0,2	40 - 60 15 - 25
Bắp cải	Cọ rửa		20 - 40
Bàn bếp	Chuẩn bị bếp		15 - 45

** - Giá trị xác định bởi lượng nước ép;*
*** - Giá trị xác định bởi lượng rượu tinh khiết;*
**** - Nếu là vòng khép kín.*

http://tieulun.hopto.org

Các chất thải chứa nhiều axít do men lactic hay do sunfit hoá (pH = 4-5), ở xưởng tinh bột bằng cách làm ẩm, ô nhiễm đưa từ chỗ nơi hoá hơi nước mà tạo nên axít hữu cơ bay hơi. Một ô nhiễm đáng kể do protêin tan có thể từ phân xưởng chế biến đường.

5.5. Công nghiệp dệt

Ngành công nghiệp này rất nhiều vẻ, rất đa dạng, đặc trưng các tác động làm ô nhiễm chính là nước thải của chúng.

5.5.1. Làm sạch và chải len

Len thô là một sản phẩm mang nhiều tạp chất (250 - 600kg/t) được phân chia thành:

- 25-30% mỡ (axít béo và sản phẩm cất mỡ lông cừu);
- 10-15% đất và cát;
- 40-60% muối hữu cơ và các sản phẩm cất mỡ lông cừu.

Sự ô nhiễm rất lớn, phụ thuộc vào phương pháp làm sạch (tẩy không chứa ion) được thải ra. COD có thể đạt tới 60g/l.

Các tham số		Các chất ô nhiễm (kg/t) len thô
- COD	Sau khi	100 - 200
- BOD_5	tách mỡ	24 - 40
- Mỡ		100 - 150
- MES		20 - 30

Nước nóng (40-50°C) có độ pH từ 8,2-8,4. Người ta thường tìm cách giảm thể tích nước tiêu thụ cho 1 tấn len thô từ 7 xuống 3 m^3/tấn.

5.5.2. Xử lý sơ bộ trước khi hoàn tất

Chúng có liên quan đặc biệt với sợi tự nhiên.

Xử lý sơ bộ vải	Thể tích nước (m^3/t)	DBO5 kg/t	Chú ý
Làm chuội bông vải bông	60	20 - 60	pH: 12 - 14
Giặt nóng và rửa xúc	5 - 6	60 - 150	pH: 11 - 13
Nhúng nước sôi vải bông và làm lạnh			
Loại bỏ hồ vải (loại bỏ tinh bột và bột)	10 - 20	20 - 50	COD/BOD = 1,5

http://tieulun.hopto.org

5.5.3. Hoàn tất

Tác dụng này nói chung rất ô nhiễm gồm các công đoạn sau:

Làm trắng, nhuộm, in, trau chuốt kiểu cách.

Thể tích chất thải thay đổi rất lớn tuỳ theo sự phối hợp của việc tăng sản phẩm và cấp của đại lượng so sánh cho các loại thành phẩm:

- Sợi acrylic $35m^3/t$
- Len $70m^3/t$
- Sợi bông $100m^3/t$
- Chất xốp $200m^3/t$

Chất thải từ $100m^3/t$ sản phẩm khác nhau nhằm mục đích bảo vệ môi trường.

Tải trọng ô nhiễm phụ thuộc vào:

- Loại sợi tự nhiên hay tổng hợp;

- Phương pháp nhuộm (bể rộng, máy nhuộm vải, nồi hấp cao áp) và in hoa;

- Sản phẩm sử dụng tuỳ theo tính hoà tan trong nước (bảng 19) với các chất thải xử lý sơ bộ là các chất rất loãng và đặc trưng bằng các trị số tiêu biểu sau :

+ pH: 4-12 thường là bazơ; 4,5 cho dệt len và 11 cho vải bông;

+ COD: 250-1.500mg/l (50-150kg/t);

+ BOD_5: 80-500mg/l với tỷ lệ COD/BOD_5 khoảng 3 và 5;

+ Màu sắc từ 500-2.000 đơn vị Pt-Co;

+ MES: 30-400mg/l (rải rác, sợi, xơ sợi, lông tơ) nhưng đôi khi đạt tới 1.000mg/l (trường hợp đối với bông).

+ Cr_{VI}: 1-4mg/l và S^2 : 0-50mg/l;

+ Nhiệt độ tăng với sự giảm thể tích .

5.5.4. Công nghiệp giặt là

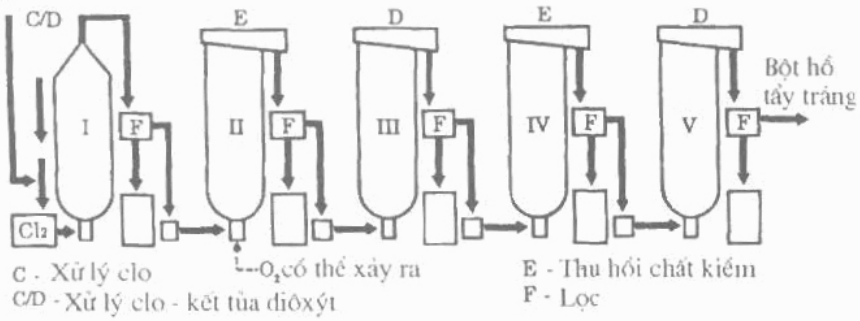
Theo kích cỡ của chúng, xí nghiệp này có thể thải chất mang ô nhiễm và đặc biệt được tạo bởi các chất tẩy rửa đang dùng (xút carbonát, tripolyphotphát, các loại xà phòng, thuốc tẩy phân huỷ sinh học, lơ, clo dẫn xuất).

http://tieulun.hopto.org

Bảng 19. Thuốc nhuộm và chất thải của quá trình hoàn thiện vải

Sản phẩm	Hoà tan nước	Không hoà tan nước
Khoáng chất	A xít vô cơ A xít hữu cơ (axetic, xitric, focmic, tartric) Chất ôxy hoá (NaCOl, H_2O_2, borat) Chất khử	
Thuốc nhuộm	Axít (len) Bazơ Locô-este (đất chàm) Thuốc nhuộm* (vải bông) Thuốc nhuộm màu kim loại (Ni, Co, Cr) Thuốc nhuộm màu crôm Phản ứng	Bột màu và lưu huỳnh Lưu huỳnh (pH<8,5) Azoic dyes*+ Naphthols Amilim đen
Sản phẩm phụ ngành dệt	Alimát CMC Chất làm chậm Xà phòng	Gôm Tinh bột

*Chú thích: * Chất nhuộm này mất mát nhiều trong nước có thể vượt quá 20%. Đó là chất nhuộm trực tiếp và phản ứng trong muối NaCl hoặc Na_2SO_4.*



***Hình 24a** - Thứ tự tiêu biểu của quá trình tẩy trắng vải*

5.6. Công nghiệp làm bột giấy và nhà máy giấy

Xí nghiệp này gồm hai quá trình sản xuất, làm bột giấy và sản xuất giấy mà chất thải có sự ô nhiễm rất khác nhau. Một số xí nghiệp có thể tổng hợp cả hai quá trình.

http://tieulun.hopto.org

5.6.1. Sản xuất bột giấy

5.6.1.1 Các quá trình sản xuất

Thành phần của nước thải phụ thuộc vào phương pháp điều chế và bản chất của thực vật làm nguyên liệu (gỗ, bã, nứa, rơm rạ). Có 5 phương pháp chính, mà mỗi phương pháp đều sản xuất bột mộc, thường là bột trắng.

Tẩy trắng (hình 24) có tác dụng rất mạnh đến chất lignin còn lại (chủ yếu bằng cách hoà tan kiềm clolignin) nó góp phần lớn vào ô nhiễm, như khẳng định trên bảng 20.

• *Phương pháp hoá học* cho phép thu được bột để làm giấy mịn (in và viết).

• *Phương pháp làm giấy gói* dựa trên cơ sở đun sôi kiềm ($NaOH$, Na_2S) của gỗ, hoà tan 40-50% các chất gỗ khô. Các chất hữu cơ này thấy lại dưới dạng chất lỏng nấu sôi (chất lỏng đen). Làm trắng loại bột này giảm hiệu suất chung khoảng 10% góp thêm ưu thế có mầu của nước thải.

• *Phương pháp sunfitaxit* dựa trên cơ sở nấu sôi axít của gỗ (sự hoà tan của ligin bởi sunfit axít của Ca, Mg và NH_4). Loại bột như vậy hầu như luôn trắng, hiệu suất đạt tới 50%.

• *Phương pháp nửa hoá học, phối hợp tác dụng hoá học và một tác dụng cơ học*. Phương pháp quen biết nhất là NSSC (Neutral Sulphite Semi Chemical) hiệu suất của nó đạt tới 75%.

• *Phương pháp cơ và cơ nhiệt* (TMP) có hiệu suất từ 90-95% được dùng để sản xuất bột làm giấy báo.

• *Phương pháp mới* CTMP để sản xuất bột giấy in và viết có hiệu suất chiết tách cao (90%). Nó tiêu thụ ít nước nhưng nhiều năng lượng và khói, thải ra mùi hôi

5.6.1.2 Nước thải

Các chất lỏng đen được xử lý bằng cách hoá hơi, thiêu kết hoặc thu hồi. Trong nhà máy hiện đại, ta chia làm 3 nguồn gốc sinh nước thải:

- Làm trắng;
- Rửa và tháo;
- Ngưng tụ các chất bay hơi.

Nước thải chung có những đặc tính sau:

- Lưu lượng rất lớn: khoảng $30m^3/t$ (sản xuất bột) đến $150m^3/t$ (phương pháp hoá học);

- Chất ô nhiễm không hoà tan rất lớn (sợi và sợi con, $CaCO_3$, đất sét) được đặc trưng bằng hàm lượng không bỏ qua được của các chất "không có khả năng lắng gạn" (khoảng 10-30% huyền phù);

http://tieulun.hopto.org

- Các chất ô nhiễm hoà tan thay đổi theo các phương pháp:

+ BOD_5: Khoảng 100 đến 1.000mg/l;

+ COD: Khoảng 300 đến 4.000mg/l (tính phân huỷ sinh học phụ thuộc rất nhiều vào bản chất của gỗ (gỗ thông, cây có lá rậm);

+ Màu sắc: Quan trọng và kháng lại quá trình phân hủy sinh học.

Bảng 20 đưa ra giá trị ô nhiễm tiêu biểu qui đổi về tấn sản phẩm cuối của các nhà máy hiện đại.

Bảng 20. Tham số ô nhiễm trong một tấn bột giấy

Phương pháp	Tiêu thụ nước (m^3/t)	BOD_5* (kg/t)	MES (kg/t)	Màu sắc Pt-Co (kg/t)
Cơ học	30-50	15-30	10-30	-
Bi-Sunfit				
- Bột mộc	40-60	25-50	10-110	10
- Làm trắng	50-100	40-80	20-50	75
Bao bì				
- Mộc	40-60	8-20	10-20	20-50
- Làm trắng bình thường	80-90	20-40**	10-40	100-240
- Làm trắng bằng O_2 sạch CMTP		10-20		
- Làm trắng	10-30	30-60	10-20	

Ghi chú: * Tỷ số COD/BOD_5 thay đổi từ 6 đến 2,5 tuỳ theo chủng loại gỗ;

** - Những giá trị trên đây là kết quả thu hồi toàn bộ trong nước nấu đen

• *Ngưng hơi chất lỏng đen*: Các chất ở trên có thể xử lý tách riêng bằng ngưng tụ hơi của chất lỏng đen nó là nguồn ô nhiễm tập trung. Chúng có thể hợp thành ít hơn 10% thể tích thải, nhưng góp thêm vào 30-50% BOD_5. Sự ngưng tụ này thể hiện các tính chất sau (xem bảng):

• *Điều kiện thải*.

Trong công nghiệp bột giấy, quy phạm làm sạch thường thể hiện bằng sự so sánh với khối lượng sinh ra (bảng 21). Ta cũng thường gặp các quy phạm tương đối về màu thể hiện bằng hiệu suất khử màu.

Nói chung hiệu suất loại bỏ COD và màu liên hệ với nhau và sự hoàn hảo cao khó đạt được về mặt kinh tế.

http://tieulun.hopto.org

Tính chất	Bột sunfit axít	Bột giấy thô
pH	1,8 - 2,2	8 - 9
COD (g/l)	4 - 10	4 - 7
BOD (g/l)	2 - 5	1 - 2
SO_2 (g/l)	0,2 - 2	0,4 -1
Axetat (g/l)	2,5 - 4	
Metanol (g/l)	0,2 - 1,2	
Axít formic (g/l)	0,15 - 0,5	

Bảng 21. Giấy và caton - quy phạm của Pháp về chất thải cho các thiết bị mới (kg/t). *(Chỉ dẫn kỹ thuật ngày 01 tháng 01 năm 1989)*

Thành phần của giấy hoặc cacton	Không phí tổn		Có phí tổn hoặc sản phẩm chất đống ủ	Có phí tổn và sản phẩm chất đống ủ
	Tiêu chuẩn	Hàng tháng	Tiêu chuẩn	Hàng tháng
		Loại 1	Loại 2	Loại 3
Nhiều hơn 90% sợi mới	MES	0,7	0,7	0,7
	DBO_{5eb}	0,7	1	1,4
	DCO_{5eb}	2,5	3	3
		Loại 4	Loại 5	Loại 6
Hơn 90% thu hồi sợi	MES	0,7	0,7	0,7
	BOD_{5eb}	1	1,4	1,8
	COD_{5eb}	3	4	4

Ghi chú: Chỉ số eb được đo trong nước không lắng gạn sơ bộ.

5.6.2. Sản xuất giấy và bìa cacton

Giấy được sản xuất từ bột giấy mới, từ giấy cũ đã được khử mực hoặc không, hay từ giẻ rách. Sử dụng các nguyên liệu này, được tách riêng hoặc trộn lẫn để sản xuất giấy mịn, giấy đóng gói hoặc bìa uốn nếp. Tuỳ theo chất lượng mong muốn, chất phụ gia và sản phẩm chất đông cứng có thể thêm.

http://tieulun.hopto.org

- Các chất vô cơ: kaolin, $CaCO_3$, talc, TiO_2;

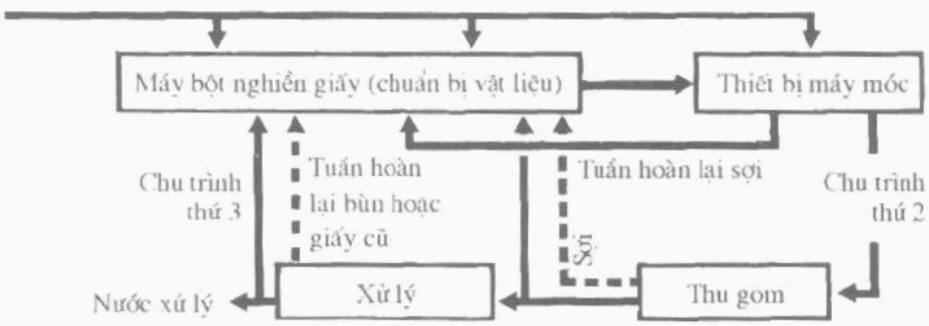
- Các chất hữu cơ (tinh bột, latic);

- Các chất mầu: sunfat nhôm (các tác nhân giữ khử mực) được thực hiện bằng hai cách:

+ Rửa ngược dòng với lưu lượng nước lớn;

+ Tuyển nổi cơ học với lưu lượng nhỏ có thêm thuốc tuyển (xút, axít béo, silicát natri, thuốc tẩy không chứa ion với lượng lớn huyền phù được thải ra).

Khi dùng các giấy cũ, một số cặn bã đặc biệt như kép giấy, băng cũng có trong nước xử lý. Các chất thải được đặc trưng bởi tải trong thay đổi của sợi và chất phụ gia, nói chung ít tan. Các máy hiện đại được trang bị cho phần lớn hai chu trình nội bộ (hình 25).



Hình 25. *Chu trình thuỷ lực của một nhà máy giấy*

- Chu trình ngoài máy hay chu trình thứ ba nhận nước dư thừa của chu trình thứ nhất gọi là chu trình ngắn cho phép sử dụng lại nước tháo ở bàn máy chứa nhiều sợi;

- Chu trình thứ hai nhận nước ở két phụ ép và súc, ở đó nói chung đặt một máy thu hồi sợi (thu gom bột giấy);

- Chu trình ngoài máy hay chu trình thứ ba nhận nước dư thừa của chu trình thứ hai và các loại nước phụ trợ.

Trong chu trình này có xử lý chung, bắt đầu từ chu trình này có thể ,tổ chức tuần hoàn lại nước hoặc bùn tuỳ theo chất lượng giấy được sản xuất. Tuần hoàn lại có thể tới 100% bùn và 50-100% nước trong trường hợp nhà máy dùng giấy cũ. Chọn tỷ lệ tuần hoàn lại dựa trên những kinh nghiệm quý báu của người sản xuất giấy và xử lý nước. COD của chất thải nói chung lớn

http://tieulun.hopto.org

gấp 2 lần đến 3 lần BOD_5. Nồng độ ô nhiễm hữu cơ hoà tan, đặc biệt lớn trong các nhà máy sản xuất giấy từ giấy cũ. Bảng 22 cho các đặc trưng ô nhiễm của chu trình thứ ba.

Bảng 22. Các thông số ô nhiễm cho một tấn giấy hoặc bìa cacton

Loại sản phẩm	Tiêu thu nước (m^3/t)	MES (kg/t)	DBO_5 (kg/t)
Giấy báo	20 - 30	8 - 20	2 - 4
Giấy tạp chí	20 - 30	10 - 20	2 - 5
Giấy in - viết	30 - 50	12 - 25	3 - 6
Giấy in bao bì - mộc.	10 - 20	8 - 15	1 - 3
Bìa phẳng (từ bột mới)	20 - 30	2 - 8	2 - 5
Giấy để cuộn	3- 15	10 - 25	5 - 12
Giấy mịn và đặc biệt	Phụ thuộc nhiều vào kiểu sản xuất		

5.7. Công nghiệp dầu mỏ

Ta có thể xác định 4 nhóm hoạt động có thể sinh ra chất thải đặc biệt.

5.7.1. Sản xuất dầu mỏ

Chất thải là nước thải trong việc sản xuất và nước hố khoan, hoạt động "xa bờ" áp dụng định mức chặt chẽ.

5.7.2. Vận chuyển dầu thô và các sản phẩm lọc

Ở các trạm cuối, cần phải xử lý nước đã loại bỏ dầu và đôi khi nước đã làm sạch.

5.7.3. Nhà máy lọc dầu

Người ta chia thành các nhà máy lọc dầu đơn giản và phức tạp bao gồm một xưởng tháp cracking hơi và một xưởng cracking flo, chúng làm tăng thể tích chất thải và ô nhiễm. Một lưu lượng nhỏ xút đã dùng chiếm một dòng ô nhiễm đáng kể (xút. S^{2-}, RSH, phênon).

Trong ba nhóm này, ô nhiễm chủ yếu là từ hydrocacbua (bảng 23). Phần ô nhiễm hữu cơ tan (hợp chất chứa ôxy, phenon, anđêhit) cũng tăng trưởng

http://tieulun.hopto.org

với quá trình crắcking, trong việc lọc dầu tăng tải trọng thô và sunfua tăng chất thải chứa sunfua.

Bảng 23. Sản xuất và lọc dầu - Đặc tính cơ bản của chất thải

Nguồn gốc	Thể tích nước bằng % dầu đã lọc	Hydrocacbua (mg/l)	Chất ô nhiễm
Sản xuất nước giếng dầu	0 - 600	200-1.000, sau bộ tách 3 pha	NaCl, cát, đất sét
Khoan: Chất thải			Muối, betonit, hnô sunfat
Vận chuyển: - Nước lọc qua sỏi - Làm sạch dầu mỡ	(25-30% dung tích của tầu chở dầu)	Sau khi tích trữ trong bình 50 - 80 parafin 500 - 1.000 (dạng nhũ)	NaCl, cát Thuốc tẩy đó kiềm
Lọc dầu: Loại bỏ muối	5 - 6	50 - 150, HC nhẹ	NaCl, phênon có thể S^{2-}
Crắcking flo	6 - 10	100 - 150	S^{2-}, RSH phênon NH_4^+, F
Xúc tác FCC			Cát
Nước mưa		Thay đổi	
Ngưng chưng cất Không khí	2 - 2,5	50	Phênon, NH_4^+
Ngưng chưng cất Chân không	1 - 1,5	150	Phênon, NH_4^+
Các nguồn khác		Chất ô nhiễm (mg/l)	
Xút dã dùng để khử sunfua FCC xút phenon		Phenon: 10 - 60 RSH, HC: 0,3- 5	
Xưởng Crắcking hơi mêrox Xút sunfuaro		S_2^{2-}: 20 80 RSH: 0,3 -10 Phênon: 0,2 - 2	
Dầu bôi trơn Tách chất thơm và không chứa poafin		Fuafuaral Methyl - Ethyl - Xeton	

http://tieulun.hopto.org

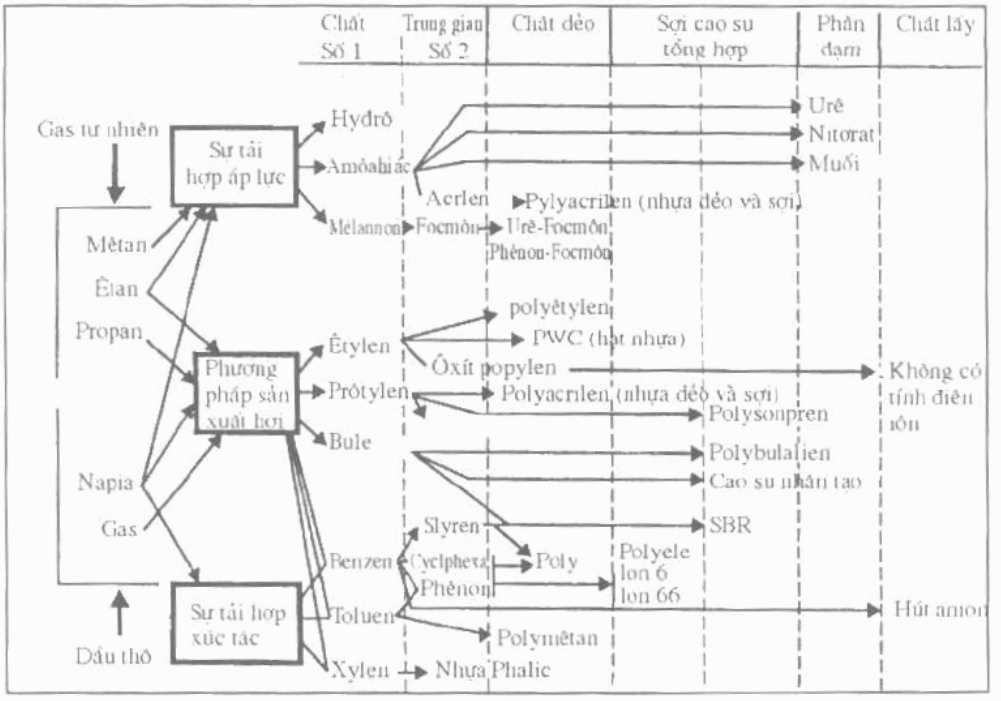
5.7.4. Hoá dầu

Có ba loại phức chất (hình 26).

- Phức chất khi tổng hợp dựa trên cơ sở tái tạo hơi nước để phát triển (bao gồm cả tổng hợp NH_3 từ mêtanon);

- Phức chất olefin rất quen biết trên cơ sở crăcking hơi naphtan, mazut hay dầu hoả;

- Phức chất thơm trên cơ sở tái tạo chất xúc tác với việc tổng hợp BTX và các chất dẫn xuất.



Hình 26: *Tổ chức sản xuất hóa dầu mỏ (theo tài liệu của Viện dầu mỏ Pháp)*

http://tieulun.hopto.org

Bảng 24. Sản phẩm chính của công nghiệp hoá dầu và chất ô nhiễm tương ứng

	Sản phẩm/ phương pháp	Ô nhiễm hữu cơ hoà tan	Ô nhiễm khác
1	2	3	4
Cracking hơi	Êtylen, propylen, butan	Phênon, axít hữu cơ	S^{2-}, RSH Hydrocacbua
Hoá tổng hợp khí	Mêtanon (tái tạo hơi từ naphtan và ô xy hoa từng phần)	Mêtanon, rượi nặng	
	Urê	$CO(NH_3)_2$ $(CONH_2)_2NH$	Urê 1-10 g/l NH_2OH 0,1-0,5g/l
	Phương pháp cát ôlêfinC4 và C5		
	MTBE (ête hoá đồng đẳng butan)	Mêtanon, isobutan	
	MEC (hydrat hoá butan)	Butanon	Axít sunfuaric của chất xúc tác
Chất trung gian ôxy hoá hoặc clorua hoá	Ôxyt êtylen (ôxy hoá trực tiếp êtylen)	Êtylen glycon axêtandehyt CO_2, hydrrocacbua	Hydrocacbua
	Ôxyt propylen (cloruahydrin)	Didoropropan, ête, đi-izopropin	Nước kiềm tính, $CaCl_2$, bùn $CaCO_3$
	Butanon tam nguyên TBA	Ôxyt propylen, izobutan, axêton	
	Axêtan đê hít (ôxy hoá êtylen)	Axêtan đê hyd axíts axêtic ôxy hoá	Nước axít
	Axít axêtic (ô xy hoá axetandehyt metanon Co)	Axít formic, axêtat, axêton	Nước axít iotdua, rbodium
	Phênon (ôxy hoá)	Benzen, cumen	Bentmit, $AlCl_3$ hydrocacnua
Đơn phân Vinyn	Atêtat Vinyn (từ axetylen)	Axetatdehyt, axeton, acrolein, $FeCl_3$	
	Clorua vinyn (clorua hoá êtylen)		HCl, NaCl hydrocacnua
	Axít acrylin, acrylat mêtacrylat (oxy hoá Propylen)	Axít axetic arcolein	Chất xúc tác $(NH_4)_2SO_4$

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4
	Acrylonnitrin Amoxyt hoá Propylen	CN^- axetonitrin	Chất xúc tác $(NH_4)_2SO_4$
Đơn phân vinyn	Caprolactan (nylon và hydroylamin	Cyclohexan, lactan, amin, hydroxylamin	$(NH_4)_2SO_4$ ominant axít
	Axít adipic	Clohexan, bezen	Nitrat, NaOH
	Axít terephattalic (ôxy hoá propylen)	Axít axetic ...romatic, lylen	Chất xúc tác
	Poluêtê Polyon	Polyêtylen g[illegible]col Polypropylen lycol	
Đơn phân nhựa dẻo	Butadien (hydro hoá khử butan)	Hydrrocachua olêfin	
	Nêo pren, polychroprène	Dẫn xuất chứa clo	
	Styren (khử hydro hoá êtynbenzen	Benzen, êtynbenzen	$AlCl_3$ Dầu, diatôn
Nhựa Polome	Poly este: - Sơn - Nhựa	Axittêrephtalic Etylen glycon Axít adipic malêic, etyglycon	Dominant axít
	Poly tylen: - PE BD - PE HB		Dầu, chất ký sinh Bụi PE, chất xúc tác
	Poly propylene	Hexan, thuốc tẩy không có ion	Axít yếu, Al^{3+}, Ti^{4+} Bụi, bột màu
	Polystyren	Styren	Axít mạnh hoặc NaCl, H_3PO_4, bụi PS, xà phòng
	P.V.C.	Mêtanol, Axêtát P.V	Độ axít mạnh, axít Polyvinyl, các hạt mịn PVC
	Cao su: - SBR - Polybutan	Styren và utadien Butadien, acrilonitrin hợp chất chứa ôxy	Xà phòng, chất xúc tác, Al^{3+} latec kết tụ, chất xúc tác Ti^{4+}, NH_4^+, latec
	Nhựa êpoxy	Epiclohydrrin phênon aromatic	
	Nhựa acrulic	Đimêtyl mêta crylat	CN^-
	Nhựa Polyuretan	Di-isocyanat và polyêplyol, polyestepolyol	
	Nhựa phênon	Axêtađêhyd formadehyt, phênon	H_2SO_4, chất tẩy không chứa ion.

http://tieulun.hopto.org

5.8. Công nghiệp luyện gang thép

Ta chia thành 4 nhóm sản xuất (nhà máy luyện kim than cốc, tẩy gỉ) có các chất ô nhiễm hoà tan mạnh, do vậy không thể tuần hoàn lại sau xử lý (bảng 25). Các quá trình khác (cán và làm sạch khí) có chất thải ô nhiễm mạnh dưới dạng huyền phù (ôxýt, MES, hydrocacbua không tan) và chúng lại được tuần hoàn gần như toàn bo (bảng 26).

5.8.1. Luyện cốc

No tạo ra nước amoni từ độ ẩm của than (8%) và sản xuất nước (4%). Đo là nước amoni loãng nhiều phênon. Làm sạch khí cũng tạo ra nước amoniac đặc nhiều NH_4 tự do.

5.8.2. Tẩy gỉ

Tẩy gỉ tạo ra nước rửa chứa nhiều Fe^{2+} và H_2SO_4 nếu nó là sunfuaric. Khi nó là clohydryc, việc tái sinh nhiệt HCl có thể loại bỏ một phần lớn chất thải có tính axít và sắt hoà tan. Việc bôi trơn các giá đỡ có tính khử cao tạo ra chất thải kiềm tính, nhiều mỡ động vật hoặc thực vật. Ở đây phải loại bỏ mỡ bằng điện phân trước khi mạ. Tưới mát các giá ở dưới, tỷ lệ khử được thực hiện bằng chất lỏng chứa nước (dầu tan quy ước nói chung) mà một phần nhỏ phải xử lý ở trạng thái tẩy.

5.8.3. Làm sạch khí

Được dùng trong quá trình cầu hóa, kết tụ, trong lò cao khử trực tiếp và lò luyện thép. Ô nhiễm tạo ra chủ yếu là các chất huyền phù ngoại trừ phương pháp khử giảm trực tiếp và tạo hạt xốp. Trong hầu hết các nhà máy áp dụng chu trình tuần hoàn nửa hở và lượng nước xả phải xử lý rất nhỏ.

5.8.4. Cán mỏng

Từ dòng chảy liên tục của thép và loại bỏ sản phẩm xấu, phôi cho đến chế biến sản phẩm (kéo thép tấm, thép định hình, thép chữ I, kéo sợi, cán ống) nước tham gia vào tất cả công đoạn cơ khí (tách muội, tạo hạt, rẩy nước). Nó dẫn theo các ôxyt (vẩy sắt rèn) hoặc xỉ, có thể thêm một lượng nhỏ hydrocacbua đến từ dầu bôi trơn giá đỡ hoặc thép.

Sự có mặt của chất ô nhiễm hoà tan là ngoại lệ (rò chất lỏng thuỷ lực đúc liên tục). Tất cả các chu trình tuần hoàn có thể là nửa hở có lượng nước xả nhỏ cần phải xử lý.

Nước cấp thêm cho một xí nghiệp liên hợp luyện kim trang bị tốt có chu trình tuần hoàn có thể chiếm 3-6m^3 cho 1 tấn thép, dựa trên hệ số cô đặc nồng độ từ 3-4 và tổng thể tích toàn thể chất thải của các chu trình tuần hoàn nửa hở từ 1-1.5m^3/t thép.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 25. Chất thải của công nghiệp luyện kim

(không tuần hoàn lại bằng cá phương tiện đơn giản, rẻ tiền)

	Nhà máy	Thể tích l/t cốc	Các chất ô nhiễm chính
Nhà máy luyện cốc	Nước amoniac loãng* EAf	110-160	Hắc in Phênon: 1 -4g/l NH_4^+ tự do 2 -6g/l NH_4^+ cố định 05-4g/l H_2S, CN , SCN
	Nước amoniac đặc EAF	30-60	NH_4^+ tự do: 8-14g/l HCO_3: 1- 4g/l S^{-2}
	Xưởng sản phẩm phụ và tháo sạch chất ngưng tụ cuối cùng	10-100	Phenon: 0- 50mg/l CN : 100-400mg/l
	Làm sạch khử bụi đưa than vào lò	50-300	MES
Cán nguội **		m^3/tấn thép	
	Tẩy gỉ H_2SO_4 Tẩy gỉ HCl	2 0,1	Fe^{2+}: 50-300g/l
	Cán với tỷ lệ giảm lớn	1	MES: 0,2g/l Dầu: 0,4 - 0,6g/l DCO: 0,7 - 1,2g/l
	Khử mỡ điện phân trước khi mạ	1,5 - 2	MES: 0,5 - 1 g/l Dầu: 0,1 - 0,2g/l DCO: 0,3 - 0,5g/l Silicat

Ghi chú:

* *Độ mặn EAf phụ thuộc vào số lượng Cl hầu như không đáng kể trong than Nam Phi và và rất nhiều trong than Sarro Lorrain;*

** *Trong trường hợp đầu tiên, nước tuần hoàn khép kín*

Chú ý: Mạ điện kẽm, crôm, thiếc xem 5.9

http://tieulun.hopto.org

Bảng 26. Xả rửa trong các quá trình luyện kim mà các nước thải được tuần hoàn lại

Xưởng	Nguồn gốc	Thể tích riêng (l/t)	Chất ô nhiễm (mg/l)
1. Làm sạch khí			
Lò cao	Làm sạch chu trình khí hoặc lọc bùn	50-300	Bụi: 200 - 1.000 NH_4^+ 0 - 500 CN 0 - 20 Zn^{++}, Pb^{++}: 5 - 20
	Tạo các hạt xỉ	200-500	S^{2-}: 0-600 $S_2O_3^{--}$ 100-400 SiO_2
Khử trực tiếp	Làm sạch và làm lạnh khí	500	NH_4HCO_3 $KHCO_3$ SO_2/SO_3: 500-5.000 MES OXIDES
Luyện thép bằng oxy	Làm sạch các chu trình hay lọc bùn	20-100	$CaCO_3$ $Ca(OH)_2$ hoặc K_2CO_3 Oxit 1.000-5.000
2. Cán và tạo hạt			
Đúc liên tục	Làm sạch các chu trình hoặc nước rửa thiết bị	50-100	Vụn - HC, F long
Loại bỏ vết nứt của phôi		20-50	Vụn xỉ
Keo sợi		100-200	Vụn - HC
Cán ống		50-100	Vụn than

5.9. Công nghiệp ô tô và hàng không

Tuỳ theo sản phẩm cuối cùng của nhà máy, nước thải ra từ:

- Xả rửa chất lỏng chứa nước;
- Các chất thải của tẩy gỉ và loại bỏ mỡ;

http://tieulun.hopto.org

- Tẩy rửa làm mất chất khoáng;

- Làm sạch khi tẩy rửa máy móc;

- Làm sạch khi sơn cabin;

- Làm sạch chu trình làm lạnh;

- Chất thải chung (vệ sinh và rửa sàn);

Ngoài ra các trung tâm gia công, xưởng sơn, máy rửa gồm các chu trình khép kín có thể vận chuyển 500-1.000m^3/h chất lỏng mà luôn phải duy trì chất lượng tổng thể hay từng phần của dòng chảy. Sơ đồ hình 27 chỉ ra các giai đoạn xử lý khác nhau.

5.10. Công nghiệp xử lý bề mặt

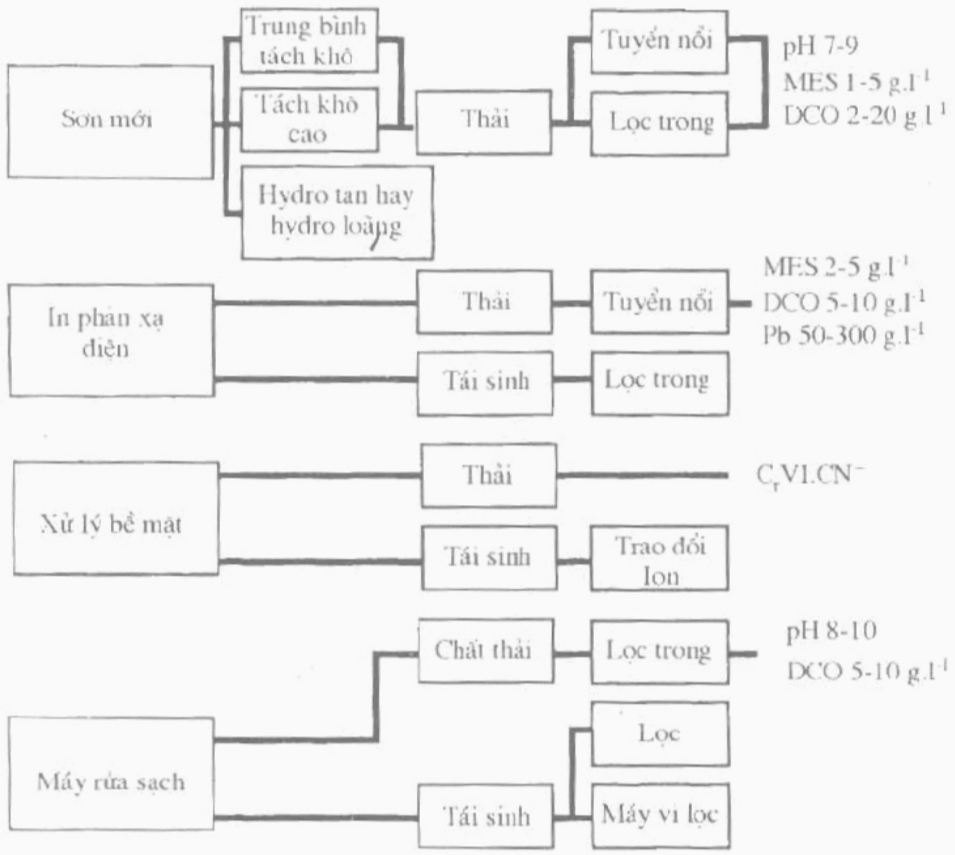
- *Nguồn gốc và bản chất của chất thải*

Xử lý bề mặt trước hết liên quan đến các chi tiết kim loại nhưng cũng có cả một số vật liệu tổng hợp, chúng dùng để:

- Gia công sơ bộ bề mặt (loại bỏ mỡ, tẩy gỉ);

http://tieulun.hopto.org





Hình 27. *Tổ chức bể và nước thải trong công nghiệp ô tô*

http://tieulun.hopto.org

- Phủ bằng mạ điện;

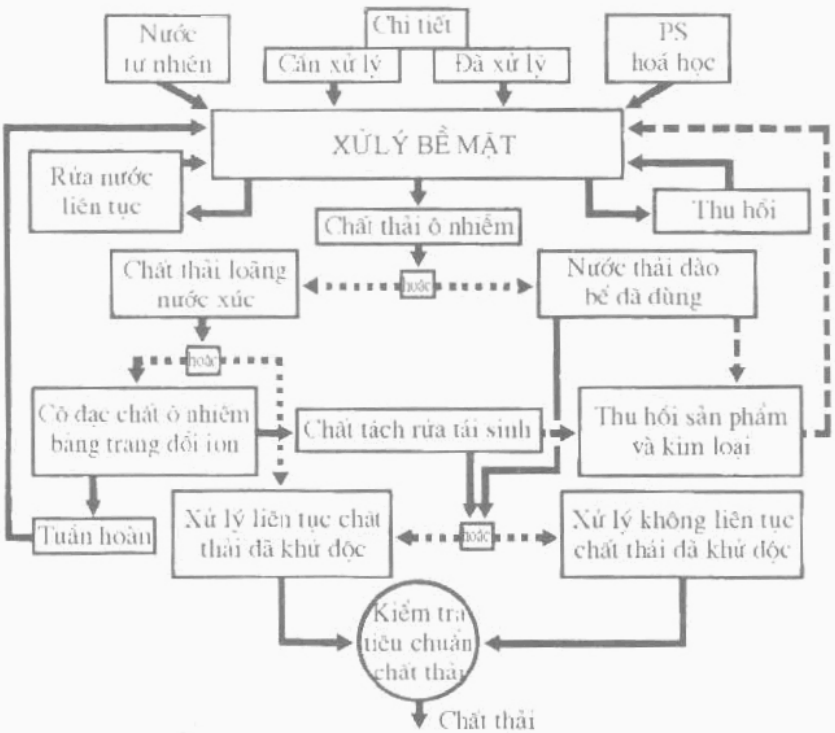
- Phủ bằng hóa học.

Các nguyên công này cần phải rửa thường xuyên. Tất cả chất thải được tách thành 3 loại (hình 28):

- Xả cặn ở các bể mạ;

- Nước rửa có độ đậm đặc trung bình theo chất có khả năng kết tủa (xà phòng, mỡ, kim loại);

- Nước rửa loãng có thể tuần hoàn sau xử lý, để chắc chắn và dễ dàng xử lý, cần phải tách các chất thải axít và cromát, chất thải kiềm và cryanua.



Hình 28. *Chu trình chất thải trong xử lý bề mặt*

- *Phân loại chất ô nhiễm*

Ô nhiễm chia thành nhiều họ:

- Chất ô nhiễm độc hại như CN^-, Cr_{VI}, F^-;

- Ô nhiễm gây nên sự thay đổi độ pH, nghĩa là các chất có hoạt tính axít hoặc bazơ;

http://tieulun.hopto.org

- Chất ô nhiễm làm tăng lượng huyền phù như các hydroxyt, cacbonat, hoặc bazơ và photphat;

- Chất ô nhiễm tuân theo các quy luật đặc biệt Fe^{2+}, S^{2-};

- Chất ô nhiễm hữu cơ (EDTA) đặc biệt từ việc khử mỡ đưa tới.

Tất cả các thành phần của nước rửa đều thấy lại ở nước xúc. Có thể chứa ion kim loại do ăn mòn các chi tiết được xử lý.

5.10.1. Điều kiện thải

Các quy định hợp pháp rất khác nhau tuỳ theo các nước, nhưng đều tiến triển rất nhanh để các quy định nghiêm ngặt hơn. Điều đó liên quan đến nồng độ các chất ô nhiễm và lưu lượng súc rửa. Ví dụ ở Pháp theo sắc lệnh ngày 8-11-1985:

- Thể tích chất thải giới hạn là 8l/m^2 bề mặt xử lý cho mỗi bộ phận súc rửa;

- Các kim loại: Zn + Cu + Ni + Al + Fe + Cr + Cd + Pb + Sn < 15mg/l;

- Đặc biệt không được vượt quá ngưỡng sau đây (mg/l):

Cr_{VI}.....0,1	Ni 5,0	Fe 5,0	Sn.....2,0
Cr_{III}.....3,0	Cu 2,0	Al 5,0	
Cd 0,2	Zn 5,0	Pb 1,0	

Các kim loại và keo kim loại có thể sử dụng trong các nhà máy (zircon, vanadi, môlipđen, bạc, côban, magê, mangan, titan, bezy, silic...) có giới hạn đặc biệt.

Chú ý:

1. Trong các nhà máy dùng nhiều hơn 5 kim loại (trong đó có sắt và nhôm) tiêu chuẩn 15mg/l trong một số điều kiện có thể tăng tới 20mg/l.

2. Trường hợp đặc biệt đối với cadami. Chất thải cadami không chỉ giới hạn bởi tiêu chuẩn nồng độ mà còn tiêu chuẩn khối lượng nhỏ hơn 0,3g Cd thải/1kg Cd sử dụng.

3. Ngưỡng các chất ô nhiễm khác (mg/l).

MES 30,0	F 15,0	P.....10,0	COD 150,0
CN 0,1	Nitrit 1,0	Hydrocarbua toàn phần.....5,0	

4. Một số điều chỉnh nhân nhượng có thể thực hiện cho việc tôn trọng các quy định F^-, PO_4^{2-} và COD tương đối. Sử dụng kỹ thuật thu hồi các sản phẩm và thu hồi các sản phẩm này, thực chất là để đạt hiệu quả kinh tế và ngưỡng khử độc cưỡng chế.

http://tieulun.hopto.org

5.10.2. Biện pháp phòng ngừa

Đó chính là mục đích làm giảm bớt việc gây ô nhiễm ở các xưởng máy bởi:

- Giảm bớt việc phụ thuộc (lắp ráp, móc treo mảnh nhỏ, cải thiện thời gian nhỏ giọt làm khô nước);

- Thay đổi đặc tính các bể mạ.

5.10.3. Thu hồi phế thải

• *Nước*:

Người ta có xu hướng thu hồi và sử dụng lại một số lượng nước do tổn thất thông thường nếu có thể được. Chủ yếu là hợp lý hoá sử dụng trong các xí nghiệp.

Đối với một công trình đã cho, chất lượng nước súc rửa và sản xuất như nhau thì cấu trúc của thiết bị rửa cho phép tiết kiệm được khá lớn như:

- Súc rửa tĩnh hoặc tuần hoàn lại;

- Súc rửa theo tầng, có thể tuần hoàn lại trên thiết bị trao đổi ion.

• *Nguyên liệu*

Thu hồi "insitu" có thể thực hiện bằng:

- Xử lý màng mỏng (muối Ni, Cu hoặc các kim loại khác);

- Trao đổi ion (muối Crom, axít của các bể tẩy gỉ);

- Điện phân (Cu, Zn, Cd, Ag).

Các phương pháp này được triển khai là cách tốt nhất về phương diện kinh tế và môi trường.



Nhũ tương Giả nhũ tương Giải pháp tốt nhất

Ba mặt cắt dịch thể nhóm chất lỏng

1. Dầu muối khoáng; 2. Phụ gia; 3. Nhũ tương; 4. Axmít sulfonat; 5. Muối axít béo, ête glucô; 6. Chất chống ăn mòn.

http://tieulun.hopto.org

5.11. Chất lỏng chứa nước

Chúng được dùng trong các xí nghiệp cơ khí, chế tạo ô tô, hàng không và cán thép. Chất thải của chất lỏng này đôi khi còn gọi là dầu hoà tan hay dầu chứa 90-97% nước và có hàm lượng COD lớn làm cho việc xử lý khó khăn, vì chúng có chứa các hợp chất hữu cơ không phân huỷ sinh học, cũng không có khả năng kết tủa.

Các chất lỏng này được lưu thông bằng bơm áp lực với lưu lượng 10-500m^3/h, chúng bị phá huỷ bởi các chất ô nhiễm sau:

- Bụi kim loại và ôxít;
- Dầu lạ hay ký sinh;
- Chất hữu cơ ôxy hóa hay polyme hoá;
- Bùn sinh học và axít men hữu cơ.

Chúng cần được tái sinh (giảm huyền phù và dầu lạ) và ổn định trong chu trình kín. Thể tích nước xả phải lọc sạch thay đổi từ vài m^3/h đến vài m^3/ngày.

Bảng 27. Đặc tính của chất lỏng chứa nước

Loại	Thành phần	Nồng độ chất hoà tan	Mật độ quang	COD (mg/l)
Nhũ thực	Dầu khoáng chất phân tán .. + nhũ (15-20% dầu)	5-15%	20-150	50-100
Chất lỏng bán tổng hợp hay nhũ	Dầu khoáng, thuốc tẩy không ion sunfatanat amid axít béo.	3-6%	1-20	40-50
Chất lỏng tổng hợp hay dung dịch thực	Muối của axít béo, vòng ngăn và arynsunffatmido Lacboxin. Polyéteglycon.	3%	<1	40-50

Ghi chú: Các chất phụ gia thường có thể là:

- *Tác nhân chống ăn mòn và chống tạo bọt.*
- *Chất diệt vi khuẩn và chất gây màu.*

http://tieulun.hopto.org

5.12. Năng lượng

Bảng 28. Chất thải chính liên quan đến sản xuất năng lượng

Năng lượng	Nguồn gốc chất thải	Chất ô nhiễm
Nhà máy nhiệt điện	Bể chứa nhiên liệu	Hydrocacbua, MES
	Làm sạch lò đốt nóng không khí	Bể chứa kiềm chất oxy hoá Fe, Vd, Ni, Cu
	Làm sạch nồi hơi	Axítcitric, NaF hay H_2SO_4 - HF
	Khử tro, vận chuyển tro và sỉ thải	MES, kiềm tính $Ca(OH)_2$ hoặc KOH, tính axít SO_2, kiềm $Ca(OH)_2$.
Làm sạch khói	Loại bỏ lưu huỳnh: ELG NO_x	Axít HCl + H_2SO_4 - kim loại nặng, H_2SO_3, gypse, HCOOH, NH_4^+, độ muối lớn.
	Loại bỏ NO_x	
Đưa hơi vào than	Nước hình thái và ELG:	
	- sinh khí lần thứ 1	Phenon, NH_4^+, Cl^-, SCN, axit, gudrron
	- sinh khí lần thứ 2	NH_4^+, CN , SCN, HCOOH, hydroamôin.
Khai thác than	Rửa than	MES 10-100g/l
Thiêu rác sinh hoạt	ELG	HCl, CN , SO_4^{2-} - kim loại nặng
Nhà máy nguyên tử	Xưởng giặt, rửa sạch sàn phong thí nghiệm	Độ phóng xạ $<10^{-3}$ Ci/m^3 giảm đến 2.10^{-5} Ci/m^3
	Lấy mẫu.	Muối, MES
	Làm sạch nồi hơi (APG)	APG: phóng xạ rất nguy hiểm
Xử lý nhiên liệu phóng xạ	Chất thải có thể xử lý bằng kết tủa hoá học hay hấp thu	
	Chất thải nguy hiểm hoặc có hoạt tính thấp.	Keo, hoạt tính $<10^{-5}$ Ci/m^3
	Chất thải hoạt tính trung bình.	10^{-5} đến 1 Ci/m^3, ^{90}Sr, ^{137}Cs,
	Bể chứa nhiên liệu.	muối 10^{-3} Ci/m^3 và một vài muối khác.

http://tieulun.hopto.org

5.13. Luyện kim và thuỷ luyện

Bảng 29. Các cách bốc hơi chính của luyện kim và thuỷ luyện kim

Sản xuất	Nguồn gốc chất thải	Ô nhiễm
Nhôm	ĐLG điện phân cryôlit.	Đô axít SO_2, HF, bụi than và cryôlít
	Nghiền bột chịu lửa.	F và CN^-, bụi than.
	Chế tạo anod	Đô axít, Al^{3+}, F hắc ín.
	Làm lạnh khuôn đúc.	Đất xét và mỡ.
Vàng (Thuỷ luyện)	Phương pháp cyanua	NaOH, CN^-
	Phương pháp thiô-ure	H_2SO_4, Fe^{3+}, thiô-ure
Uranium (thuỷ luyện)	Thao nước thấm của mỏ	Nước có tính axít, giầu sunfat và kim loại tan (Fe,U?) đôi khi có hoạt tính phóng xạ 50-100 picocuries (radium 226).
	Tách bằng trao đổi ion hay dung môi	Lọc axít loãng (SO_4^{2-}) và hoạt tính phóng xạ (radi) dung môi
	Xưởng bùn thải	MES
Luyện thiếc	Sang và khử. ĐLG	Nước axít loãng. Zn, Pb, Cd, đôi khi có Hg và Se

Trong các xí nghiệp này có nước thấm của mỏ chứa axít và sufat do ôxy hoá sinh học các sulfua

5.14. Công nghiệp hoá chất

Bảng 30. Chất thải của công nghiệp hoá chất

Sản xuất	Nguồn gốc chất thải	Ô nhiễm
Cl dùng (pin Hg)	Làm sạch khí và sàn, tổn thất nước muối	Ô nhiễm chủ yếu do Hg (kim loại và ion, có khả năng tuần hoàn lại Hg)
NH_3	Chất làm ngưng tụ $1 m^3/t$	1-4g/l NH_4HCO_3 0,2-1 g/l mêtanon
Tổng hợp NH_4NO_3	Chất làm ngưng tụ bazơ $0,5 m^3/t$. Làm sạch sàn	2-3g/l NH_4NO_3, 0,2-0,8g/l NH_4OH NH_4, NO_3, MES
Ure	Đam đặc 0,6 m^3/t Làm sạch sàn	Không thuỷ phân, tập trung 0,1-0,5g/l NH_3; 0,5-2g/l ure

http://tieulun.hopto.org

1	2	3
Supephotphat	ELG	Nước có chứa axít: H_2SO_4, SiF_6H_2, HF, H_3PO_4, thạch cao, bụi
H_3PO_4	ELG	SiO_2, CaF_2, và $Ca_3(PO_4)_2$.
Công nghiệp dược phẩm	Nước rửa	Ô nhiễm hữu cơ hoà tan rất cao có mặt chất kháng sinh và bioxit
Bột màu	Quá trình chế biến	D.N.T., D.N.B., dung môi chứa Clo, nitropenon, nitroanilin
Thuốc tẩy bột giặt	Quá trình điều chế	ABS-LAS-tripoly phốtphát bonát, rượu no chứa sufat hay êtoxyn, SO_4^{2-}

5.15. Các ngành công nghiệp khác

Bảng 31: Chất thải của các ngành công nghiệp khác

Sản xuất	Nguồn gốc chất thải	Ô nhiễm
1	2	3
Thuỷ tinh và kính	Làm mờ thuỷ tinh, trang trí, tạo hình cửa,	Độ axít lớn, HF, biflorua
	Mài bóng, hoàn thiện	Bột coridon và đá bọt, đa nhám ôxít xeri, grenat
Sợi thuỷ tinh	Sản xuất sợi, tẩm dầu vào sợi	DBO, COD và MES nhiều do dextrin, gelatin, silicon, axetat các loại, nhựa phênon
Mỹ phẩm	Hợp cách	Hàm lượng mỡ và chất tẩy amior không có ion, COD hoà tan và dễ phân huỷ sinh học.
Vật liệu mài trên vật đỡ	Điều chế hỗn hợp chất dính	Nhựa formon phênon và ure, focmon, gelatin, amidon nhựa eboxy và dung môi.
		COD lớn, giá trị trung bình BOD và MES.
Gốm	Làm khô bột	Hàm lượng MES lớn
	Rửa sạch sàn	Phản ứng có khả năng tinh thể hoá.

http://tieulun.hopto.org

1	2	3
Kết tụ sợi		Thớ gỗ, COD lớn hoa tan.
Cồn và keo dính		Copolyme vinylic, Cồn và cao su, COD lớn chất nhũ hoá. Khả năng mất khối lương
Khí nén	Sản xuất các khung	Sắt và đồng Dầu mỡ, dâu tan được. Chất thải tẩy gỉ
	Tổng hợp cao su chế tạo lốp	Xà phòng, muối kim loại, Dung môi, chất lỏng thuỷ lực, mỡ.
Bột thuốc nổ	sản xuất hợp chất chứa nitơ	Axit sunfuaric và nutric mạnh. Chất có màu và COD không phân huy sinh học
	Tạo hạt và tẩm bazơ đơn	Axêtat êty, nitroc clulô, nitroglyxerin, Na_2SO_4, keo, chất dẻo, chất thải phân huỷ sinh học tương đối
Rửa máy bay	Tẩy gỉ sơn	Hàm lượng COD lớn và thuốc tẩy, silicat photphát, axít cromic, dầu mỡ, phênon, dầu hoả.

6. BÙN

Các chất ô nhiễm và sản phẩm biến đổi của chúng được rút ra từ pha lỏng trong quá trình xử lý nước, dù bản chất như thế nào đi nữa, cuối cùng vẫn tập hợp trong đại bộ phận các trường hợp dưới dạng lơ lửng, cô đặc ít nhiều được mang tên gọi là "bùn".

Đặc tính chung của tất cả các loại bùn là còn ở dạng lỏng và không hoặc ít có giá trị thương mại. Một số bùn trơ đối với hoá chất nhưng chúng được thải ra từ xử lý sinh học, thường dễ lên men và có mùi thối.

Tất cả bùn hữu cơ cần được xử lý đặc biệt sau đó tuần hoàn lại, sử dụng lại hoặc đưa vào môi trường thiên nhiên, thường là bùn đã được vô cơ hoá.

Sự đô thị hoá và bảo vệ môi trường tạo ra sự ngăn cấm ngày càng nghiêm ngặt đối với việc xả trực tiếp bùn ra ngoài môi trường tự nhiên khi chưa được

http://tieulun.hopto.org

xử lý. Xử lý bùn trở thành một nhiệm vụ không tránh được của xử lý nước. Nó đòi hỏi phương tiện kỹ thuật và tài chính đôi khi quá lớn.

6.1. Phân loại

Phân loại đặc tính của bùn là cơ sở để chọn phương pháp xử lý, chính nó cũng cho sự dự đoán mức độ hoàn hảo của các thiết bị sử dụng.

Bảng 32 cho biết sự phân loại bùn khác nhau phụ thuộc vào nguồn gốc và thành phần của chúng. Thành phần này cũng đồng thời phụ thuộc vào bản chất ô nhiễm ban đầu của nước và phương pháp làm sạch: xử lý vật lý, hoá lý, sinh học.

• *Bùn hữu cơ háo nước*: Đó là loại phổ biến nhất, khó khăn của việc làm khô bùn là do sự có mặt của phần lớn các chất keo háo nước. Người ta xếp trong loại này tất cả các bùn thải ra từ xử lý sinh học nước thải, mà hàm lượng chất bay hơi có thể đạt tới 90% toàn bộ chất khô (nước thải của công nghiệp thực phẩm, hoá hữu cơ).

• *Bùn vô cơ ưa nước*: Các bùn này chứa hydroxyt kim loại trong quá trình xử lý hoá lý bằng cách làm kết tủa ion kim loại có trong nước xử lý (Al, Fe, Zn, Cr) hoặc do kết bông vô cơ (muối ferreux hoặc ferit, muối nhôm)

• *Bùn chứa dầu*: Nó đặc trưng bằng sự có mặt trong các chất thải một lượng dầu nhỏ hoặc mỡ khoáng chất (hoặc động vật). Các chất này ở dạng nhũ hoặc được hấp thu lên các phần tử bùn háo nước. Một phần bùn sinh học cũng có thể có mặt trong trường hợp xử lý cuối cùng bằng bùn hoạt tính (ví dụ: xử lý nước thải của nhà máy lọc dầu).

• *Bùn vô cơ kị nước*: Các bùn này được đặc trưng bằng một tỷ lệ trội hơn các chất đặc biệt có hàm lượng giữ nước nhỏ (cát, bùn phù sa, xỉ, vẩy rèn, muối đã kết tinh).

• *Bùn vô cơ háo nước - kị nước*: Các bùn này chủ yếu gồm các chất kị nước chứa vừa đủ chất háo nước để cho ảnh hưởng bất lợi của chất này đến việc làm khô bùn chiếm ưu thế hơn. Các chất háo nước thường là các hydroxyt kim loại (chất kết tụ).

• *Bùn có sợi*: Nói chung loại bùn này rất dễ làm khô trừ khi việc thu hồi làm cho các sợi chuyển sang loại háo nước do sự có mặt hydroxyt hoặc bùn sinh học

http://tieulun.hopto.org



Đổ bùn lên xe tải

Bảng 32. Các loại cặn lắng khác nhau

Đặc tính cặn lắng	Nguồn gốc	Xử lý nước thải	Các phần tử hợp thành
1	2	3	4
Hữu cơ háo nước (hút nước)	1. Nước thải đô thị (ERU)	Tất cả xử lý sinh học hoặc hoá lý	Các chất hữu cơ chiếm ưu thế: MO/MS: 40-90%.
	2. E.R. của I.A.A. - Nhà máy bia - Lò mổ - Chế biến khoai tây - Nhà máy sữa - Nhà máy đồ hộp - Trại chăn nuôi (nước phân xúc vật) 3. E.R. Công nghiệp dệt, hoá hữu cơ, hoá dầu 4. Tất cả kết thúc xử lý sinh học	2. Lắng gạn hoặc làm sạch sinh học mà việc sục khí kéo dài ổn định vi khuẩn hiếu khí hay sự tiêu hoá của vi khuẩn kị khí 3. Hoá-lý (kết bông cặn lắng và có thể dùng sinh học) 4. Xử lý sinh học	- Chất protein thường rất dễ lên men. - Chất thải thực vật hoặc động vật. - Dầu và mỡ động vật đôi khi có cả khoáng chất. - Hydrôxyt, hydrophim (Al, Fe) trong xử lý hoá - lý. - Hydrocacbua

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4
Dầu hão nước	1. E.R. Nước thải nhà máy lọc dầu	- Khử dầu	- Dầu mỡ và nước khoáng
	2. E.R. Nước thải nhà máy cơ khí (dầu tan)	- Kết tủa - cặn lắng - phép tuyển nổi	- Hydrocabua
	3. E.R Nhà máy cán nguội	- Sinh học (nhà máy lọc dầu)	- Hydrôxít (Al, Fe) - M.O. Sinh học (tuỳ trường hợp)
Dầu kỵ nước	E.R. Nước thải nhà máy cán thép	- Cặn lắng	- M.S. đặc và cặn lắng tốt (vẩy sắt) Dầu và mỡ khoáng chất có hàm lượng lớn
Chất vô cơ hão nước	1. Nước ít đục (đáp nước, giếng khoan)	1. Lọc trong (kết tủa, cặn lắng). Khử sắt bằng phương pháp hoá học.	1. Chất cặn lắng ưa nước với tỷ lệ hydroxít kim loại lớn (Fe, Al) có thể đạt tới 60% trên M.S., thay đổi theo lượng tảo và sinh vật nổi có khoảng 30% ở nước ao tù.
	2. Sông thay đổi trung bình (30-70mg/l)	2. Lọc trong, kết tủa cặn lắng	2. Hàm lượng hydrôxít 20-30% Bột cacbon hoạt tính (10-15%)
	3. Nước sông dâng cao và lượng phù sa bồi đắp hoặc bùn có xu thế	3. Lọc trong	3. Hydrôxít (15-20%) Đất phù sa và bùn (25-60%)
	4. Nước sông và nước giếng khoan kỵ nước	4. Loại khí cacbon	4. $CaCO_3$ (50-55%) Hydrôxít Fe, Al (20-30%) M.O. (10-20%)
	5. E.R xử lý nước mặt + Tẩy rửa gỉ + Anodisatin + Kỹ thuật đúc điện + Sơn	5. Trung hòa + Kết tủa - cặn lắng giải độc (CN^-, Cr_{VI}) + Kết tủa - cặn lắng	

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4
	6. E.R.I. Hoá vô cơ	6 Lọc trong- Trung hòa Tuỳ tình hình, dùng phương pháp sinh hoá	
	7. E.R.I. Thuốc nhuộm, giấy dán tường	7. Lọc trong- Trung hòa Tuỳ tình hình, dùng phương pháp sinh hoá	7. Vô cơ + hữu cơ
	8. E.R.I Ngành thuộc da	8 Lọc trong- Trung hòa Tuỳ tình hình, dùng phương pháp sinh hoá	8 Vô cơ + hữu cơ Mỡ động vật và M.O.
	9. Xử lý bổ sung sau cùng	9. Lọc trong - Trung hòa Tuỳ tình hình, dùng phương pháp sinh hoá	
Chất vô cơ ít nước	1. Nước giếng khoan	1 Loại sắt và mangan sinh hoá	1. Fe_2O_3 và MnO_2.
	2. Nước sông và nước giếng khoan	2. Loại khí cacbonnic	2. $CaCO_3$ (60-90%) hydrôxit Fe và Al (5-15%) M.O <10%
	3. Công nghiệp luyện thép (ma thép, đúc thép)	3. Gạn	3. Ít khí hydrôxit M.O yếu
	4. Xưởng rửa than cacbon	4. Gạn	4. Ít khí hydrôxit M.O. yếu
	5. Tẩy rửa khí cháy (thiêu đốt rác)	5. Trung hòa - gạn	5. Ít khí hydrôxit M.O. yếu
Dạng sợi	1. Nước thải nhà máy giấy	1. Kết tủa Cân lắng (hoặc tuyen nổi) + Xử lý sinh học	1. Hàm lượng sợi thay đổi từ 20 80% trên M.S. + Hydrôxit (Al). Nồng độ: 3-5% nếu tỷ lệ sợi > 60% M.S; 10-12% nếu tỷ lệ sợi < 30% M.S. + Bùn hoá lý/bùn sinh học $= \frac{75\%}{25\%} \div \frac{85\%}{15\%}$

http://tieulun.hopto.org

	2. Nước thải bột giấy	2. + Kết tủa-cặn lắng	+ Những lớp bùn đầu với hàm lượng sợi lớn (đôi khi nóng hoặc có chứa $CaCO_3$). Nồng độ 4-6% M.S.
		+ Xử lý sinh học	+ Nếu bùn dư được đưa trở lại bể lắng ban đầu, nồng độ bùn đặc 3-5% M.S. + Bùn hoá lý/bùn sinh học ≈ $\frac{50\%}{50\%}$
		+ Bùn tẩy tuyển nổi	+ 40-60% sợi có sức chịu tải tự nhiên khác nhau
	3. Nước thải nhà máy làm bìa cacton	3. Nếu không xử lý sinh học	Thường dùng chu trình tuần hoàn

Chú ý Trong xử lý nước thải đô thị, bùn tươi chứa 90% mầm bệnh và chứa:

- *10^{7} - 10^{8} ml vi khuẩn enter*
- *10^{5} - 10^{6}/ml vi khuẩn salmonen*
- *10^{3} - 10^{4}/ml trứng ký sinh trùng, cũng như amip và vi rút*

6.2. Bản chất của bùn

6.2.1 Các yếu tố đặc trưng bản chất của bùn

a) Nồng độ tính theo chất sấy khô (MS): Được tính bằng g/l hoặc % trọng lượng và xác định được bằng cách sấy bùn ở 105°C cho tới khi trọng lượng không đổi. Đối với bùn lỏng nói chung nó gần với hàm lượng của chất lơ lửng được xác định bởi bộ lọc hoặc bộ lọc ly tâm.

b) Hàm lượng chất bốc hơi (MV) được tính bằng phần trăm trong lượng MS. Nó được xác định bằng cách cho bốc hơi trong lò từ 550°C - 600°C.

Đối với bùn hữu cơ háo nước, nó thường gần với hàm lượng chất hữu cơ (MO) và có đặc tính của các chất chứa nitro.

c) Thành phần cơ bản của bùn hữu cơ

- C và H để đánh giá độ ổn định hoặc tính toán khả năng tạo nhiệt nội bộ;
- N và P để đánh giá chất lượng của bùn dùng cho nông nghiệp;

http://tieulun.hopto.org

- Các thành phần khác (kim loại nặng). Đối với bùn vô cơ thường sử dụng hàm lượng Fe, Mg, Al, Cr, muối can xi (cácbonát và sufat) silic.

d) Thành phần của nước dính kết giữa các hạt bùn.

- Các chất hoà tan;

- COD, BOD_5;

- Đô kiềm toàn phần (TAC) và độ kiềm phenoltalein (TA)

- pH, .. v.v...

6.2.2. Các yếu tố đặc trưng cấu tạo của bùn

a) *Độ nhớt biểu kiến có liên quan tới quá trình lưu biến học*. Bùn ở thể vẫn là chất lỏng không newton nghĩa là giá trị tìm được cho độ nhớt là tương đối và phụ thuộc vào ứng lực cắt đặc trưng T_R(hình 29).

Đô nhớt có thể xem như một phép đo cường độ nội lực các phần tử. Nó cũng cho phép đánh giá đặc tính xúc biến của bùn (khả năng của loại bùn này đóng thành khối khi để lắng và trở thành chất lỏng khi nó bị khuấy nhẹ). Đặc tính này rất hữu ích cho việc đánh giá khả năng thu gom vận chuyển và bơm bùn.

b) *Phân bố theo kích thước hạt.*

c) Bản chất của nước chứa trong bùn: Nước chứa trong bùn gồm:

- Nước tự do, dễ dàng loại bỏ;

- Nước liên kết gồm: Nước mao dẫn, nước hydrat hoá keo, nước của các tế bào và các muối liên kết hoá học. Giải phóng nước liên kết cần năng lượng khá lớn, nước ở các tế bào chỉ có thể tách ra bằng nhiệt (gia công nhiệt, sấy khô hoặc thiêu đốt).

Tỷ lệ nước tự do và liên kết quyết định khả năng làm khô nước của bùn. Nó có thể gắn với phép đo nhiệt trọng lực, nghĩa là đường cong tổn thất trong lượng nước ở nhiệt độ không đổi của một mẫu bùn trong điều kiện làm việc chính xác (hình 30). Điểm uốn của đường cong nhiệt xác định bằng cách vẽ đường cong V=f(S), trong đó V là tốc độ làm khô và S là độ khô của mẫu (hình 31) Đối với mỗi mẫu bùn, ta thấy độ khô S tương ứng với điểm tới hạn đầu tiên. S xem như là trạng thái khô của bùn sau khi mất nước tự do được xác định trong phương pháp nhiệt trọng lực là lượng nước có thể loại bỏ ở tốc độ sấy khô không đổi.

Phương pháp nhiệt trọng lực cho phép đánh giá xu hướng háo nước của bùn và cũng cho biết:

- Sự thay đổi tỷ lệ của nước liên kết phụ thuộc vào các quá trình điều chế;

http://tieulun.hopto.org

- Đánh giá trong phòng thí nghiệm tính hoàn thiện của các thiết bị khử nước với độ chính xác đủ lớn;

- Xác định độ khô giới hạn cho mỗi loại xử lý bằng nghiên cứu so sánh;

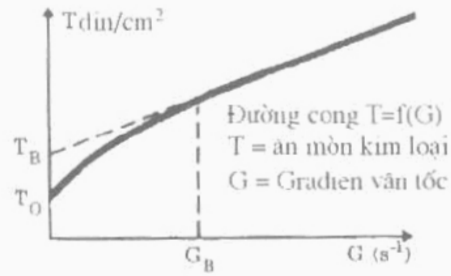
- Các tính toán năng lượng liên hệ của các loại liên kết khác nhau của nước với bùn.

Việc nội suy đường cong nhiệt của bùn hydroxyt rất phức tạp do sự có mặt một tỷ lệ tương đối lớn nước có liên kết hoá học.

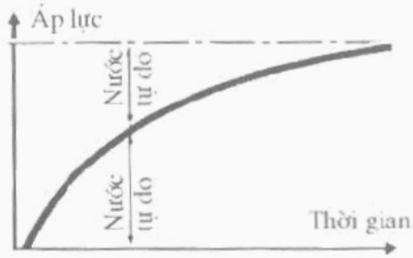
6.2.3. Các yếu tố đặc trưng tính chất của bùn trong quá trình khử nước

Các yếu tố này giành riêng cho kỹ thuật làm khô.

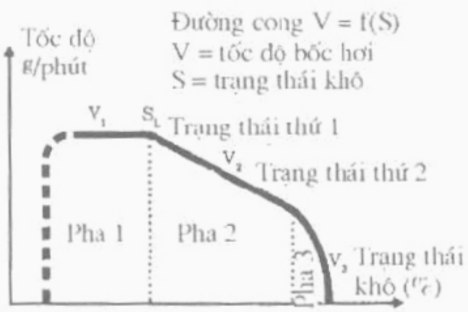
- Khả năng cô đặc;
- Đặc tính số khả năng lọc;
- Đặc tính số khả năng nén của bùn;
- Cách xác định độ khô giới hạn;
- Khả năng ly tâm được.



Hình 29. Xác định độ nhớt BINGHAM



Hình 30. Phương pháp phân tích nhiệt trọng lực của bùn



Hình 31. Đường cong làm khô bùn bằng bốc hơi ở nhiệt độ không đổi

6.3. Sản lượng bùn

Số lượng bùn tạo ra phụ thuộc trực tiếp vào số lượng cặn lơ lửng được loại bỏ và số lượng chất phản ứng đã dùng để xử lý. Tuy vậy, trong xử lý sinh

http://tieulun.hopto.org

học một phần quan trọng của các chất hoà tan đã được đồng hoá bằng quần thể vi khuẩn và được dùng vào việc tổng hợp các chất liệu sống. Xử lý nước thải đô thị sinh ra số lượng bùn trung bình chỉ ra ở bảng 33.

Bảng 33. Các loại bùn khi xử lý nước thải đô thị

Cách xử lý	Cặn lơ lửng (MES) (g/người/ngày)	The tích (l/người/ngày)
- Lắng sơ bộ	40 - 60	0,4 - 0,8
- Lắng sơ bộ + Phân hủy yếm khí	25 - 40	0,35 - 0,7
- Lắng sơ bộ + lọc sinh học	65 - 75	1 - 1,9
- Lắng sơ bộ + lọc sinh học + phân huy yếm khí	40 - 55	0,9 - 1,8
- Lắng sơ bộ + bùn hoạt tính	75 - 90	1,3 - 2,6
- Lắng sơ bộ + bùn hoạt tính + phân hủy yếm khí.	50 -65	1,2 - 2,5

6.4. Xử lý bùn và sản phẩm cuối cùng

Xử lý bùn thường khó khăn và việc thải bỏ chúng luôn luôn là công việc nặng nhọc. Về mặt kinh tế, mục đích đạt được trong thực tế là phải hạn chế chi phí trong việc xử lý và vận chuyển. Tối ưu hoá việc này phụ thuộc vào phương pháp xử lý, nhu cầu năng lượng, giá thành năng lương và tiền công, các chất phản ứng gia công hợp cách.

Đồng thời với việc bảo vệ sức khỏe của công nhân và bảo vệ môi trường đặt ra sự tìm kiếm các giải pháp để giảm nguy hại đến nhỏ nhất, mà khả năng kinh tế có thể chịu được.

Các sử dụng chính của bùn và sản phẩm phụ lấy ra từ quátrình được trình bày dưới đây:

6.4.1. Cải tạo đất

Ta có thể sử dụng bùn từ quá trình xử lý nước thải đô thị và một vài nước thải công nghiệp. Các đặc tính ở quy mô công nghiệp của bùn đưa từ các trạm lọc sinh học của ERU: Biểu thị bằng % chất cặn khô như ở bảng 34.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 34. Đặc tính ở quy mô công nghiệp của bùn

	Lắng sơ bộ		Lắng sơ bộ + làm sạch sinh học		Sục khí kéo dài
	Bùn tươi	Đã xử lý	Bùn tươi	Đã xử lý	
Chất hữu cơ	55 - 65	40 - 55	60 - 80	40 - 65	55 - 70
N	2,5 - 3	2 - 2,5	3,5 - 4,5	2 - 2,5	4 - 5
P	1 - 1,5	0,5 - 1	2 - 2,5	1 - 1,5	2 - 2,5
K	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3
Ca	5 - 15	5 - 15	5 - 15	5 -15	5 - 15

Nói chung giá trị của bùn là giá trị độ ẩm có trong các chất, nó cung cấp và cải thiện được khả năng giữ nước của đất, còn riêng chất dinh dưỡng chỉ đóng góp thêm. Bản chất của chất dinh dưỡng rất quan trọng, vì tốc độ đồng hoá phụ thuộc vào nó (ví dụ như nitơ) chỉ đồng hoá trong năm đầu tiên khoảng 30 - 50% đối với bùn lỏng và 20 - 40% đối với bùn đã khử nước . Tỷ lệ đồng hoá hàng năm tiếp tục tăng lên. Lợi ích của việc sử dụng bùn phụ thuộc vào đất trồng trọt (đặc biệt độ pH, hàm lượng Ca), loại cây trồng và phương pháp canh tác và rải phân. Do nhu cầu của chu trình trồng trọt, một chính sách sử dụng bùn nông nghiệp chỉ đứng vững được nếu tìm được giải pháp làm thay đổi nhu cầu chất dinh dưỡng trong suốt cả năm: quay vòng trồng trọt, dự trữ, tồn tại cách thay bùn khác. Khả năng dự trữ lớn và đủ điều kiện thực hiện hầu hết các trường hợp và nó phụ thuộc vào khả năng làm việc chắc chắn của giải pháp trồng trọt. Giữ không đổi chất lượng đối với sản phẩm của cây có tầm quan trọng.

Bùn đã xử lý có ưu điểm là giảm rất nhiều mầm mống gây bệnh và tránh được mùi hôi khi làm đất. Tuy nhiên nguy hiểm của các vi khuẩn cũng không nên đánh giá quá cao, vì việc khử nhiễm độc bằng vi khuẩn trong đất rất quan trọng.

Ngoài sự dư thừa mỡ hoặc sơi ở một số trường hợp thì nguy hiểm lớn nhất trong việc sử dụng bùn để trồng trọt vì sự có mặt của kim loại nặng mà nguồn gốc chính là từ nước thải công nghiệp (đặc biệt nước thải các nhà máy xử lý bề mặt kim loại). Các cation nguy hiểm thường gặp nhất là Zn, Cd, Cu, Ni, Cr, Hg.

Số lượng bùn có thể làm phân bón phụ thuộc vào quy định hiện hành. Nói chung có tính đến thời gian rắc và hàm lượng ban đầu của các kim loại nặng chứa trong đất.

http://tieulun.hopto.org

Không được rải bùn lên đất khi mà trong đất có độ pH làm hoà tan các kim loại vết. Sau khi làm đất, độ pH của đất không được nhỏ hơn 6. Mặc dù vậy phần góp thêm hàng năm phải xác định bằng thí nghiệm nông thổ. Sau một cuộc điều tra nông nghiệp của địa phương. Một liều lượng áp dụng vừa phải là 3t MS/ha.năm.

Bùn có thể sử dụng:

- Dưới dạng lỏng;

- Hoặc dưới dạng bột nhão (có cấu trúc xúc biến);

- Hoặc ở trạng thái dẻo (sản phẩm có độ dính yếu) có khả năng xúc bằng xẻng và tương ứng với hàm lượng MS cỡ 15% trong trường hợp bùn keo sinh học và < 50% đối với bùn vô cơ rất đặc;

- Hoặc ở trạng thái hạt hoặc bột cần phải sấy khô và khử nước bằng cơ học. Trong trường hợp này, giá trị nông học của sản phẩm được cải thiện rõ rệt do có chất dinh dưỡng phụ.

Bùn lỏng hoặc bùn nhão có thể rải trên bề mặt hoặc vùi sâu dưới đất để giảm mùi hôi, đặc biệt đáng lo ngại đối với bùn có khả năng lên men chứa nhiều nước.

Nhìn chung, lượng bùn càng nhiều thì việc khử nước càng phải đẩy mạnh để giảm bớt chi phí thải bùn, vì khu đông dân cư phải tách cách xa vùng trồng trọt lớn.

6.4.2. Thu hồi sản phẩm

Thu hồi sản phẩm chỉ nhằm mục đích vào một số nguyên tố chứa trong bùn. Thực chất là:

- Thu hồi sợi trong công nghiệp giấy-cacton và chế biến gỗ;

- Thu hồi protein (trong nhà máy chế biến thịt) để chế biến sản phẩm thức ăn gia súc và nuôi cá;

- Thu hồi chất keo tụ trong bùn từ các trạm lọc nước sông (ví dụ axit hoá bùn hydroxy+nhôm);

- Sử dụng lại cacbonát canxi và vôi của bùn từ quy trình xử lý bằng vôi. Đó là trường hợp ví dụ như bùn của quá trình làm mềm nước cấp bằng vôi đáp ứng yêu cầu dùng cho gia công trước khi khử nước của bùn hữu cơ từ các trạm xử lý sinh học nước thải đô thị.

- Thu hồi Zn, Cu, Cr trong bùn từ các trạm lọc nước xử lý bề mặt kim loại;

http://tieulun.hopto.org

- Sử dụng lại bùn vô cơ sau khi sấy khô hoặc tro thiêu đốt để chế tạo các sản phẩm ổn định của đất hoặc bêtông (nhưng việc sử dụng lại các sản phẩm này rất hạn chế).

6.4.3. Thu hồi năng lượng

Thu hồi năng lượng không phải là mục tiêu chính của xử lý bùn. Bùn không được sử dụng như là một nhiên liệu trong nhà máy xử lý, trừ trường hợp bùn đã khử nước từ trạm lắng gạn một số nước thải mang nhiều nhiên liệu (bụi than), dầu hoặc mỡ đã thu hồi bằng tuyển nổi hoặc bùn hữu cơ được sấy khô dưới dạng hạt hoặc bột. Hạt (thậm chí cả bột) từ bùn có nhiều chất hữu cơ cũng được đề nghị để sản xuất nguyên liệu vận chuyển được. Thu hồi năng lượng thực hiện chủ yếu bằng hai hình thức chính:

- Sản xuất khí mêtan bằng cách lên men. Khí sử dụng để đốt nóng, cung cấp cho nhóm máy phát điện và gia công nhiệt cho bùn;

- Sinh nhiệt trong các lò thiêu. Như vậy năng lượng sinh ra dùng để sấy khô sơ bộ bùn. Khi trạng thái khô ban đầu của bùn đã đạt được, thì nhiệt năng dư thừa có thể chuyển thành điện năng.

Tất cả việc thu hồi năng lượng kèm theo việc giảm từng phần hoặc toàn bộ mầm mống gây bệnh trong bùn.

6.4.4. Thải bùn

Đó là khâu cuối cùng của việc xử lý bùn. Khối lượng cặn thải còn lại sau xử lý có thể khác nhau ngay cả ở trường hợp thiêu đốt, nó sinh ra sản phẩm phụ có thể tích khá lớn và thường tập trung các kim loại nặng trong bùn. Có thể tháo bùn trực tiếp ra hồ chứa bùn lỏng để cô đặc và làm ổn định việc tháo và hoá hơi của nước cần hàng tháng và hàng năm cho đến khi bùn khô rồi đào đem đi san lấp. Đôi khi một giải pháp cần được xem xét, đặc biệt đối với bùn độc hại trước khi thải phải trộn nó với bùn lỏng của các sản phẩm rắn (như silicat, ximăng...) sau đó xả ra hồ chứa bùn. Phương pháp xử lý này rất bất lợi là chiếm diện tích đất khá lớn. Ngoài ra hiểm nguy do nước thấm, tràn chảy thành dòng cùng nước mưa có chất lượng không tốt.

Cuối cùng, việc thải bùn gây ra mùi hôi là một thực tế thường xuyên xảy ra. Các nước quy định khác nhau về chất thải. Cần phải giữ mực nước trong hồ chứa bùn thấp hơn mực nước cực đại cho phép để đảm bảo sự đồng nhất và cần có biện pháp bảo vệ nguồn nước ngầm bằng hệ thống thu và xử lý nước thấm và rò rỉ từ hồ ra.

http://tieulun.hopto.org

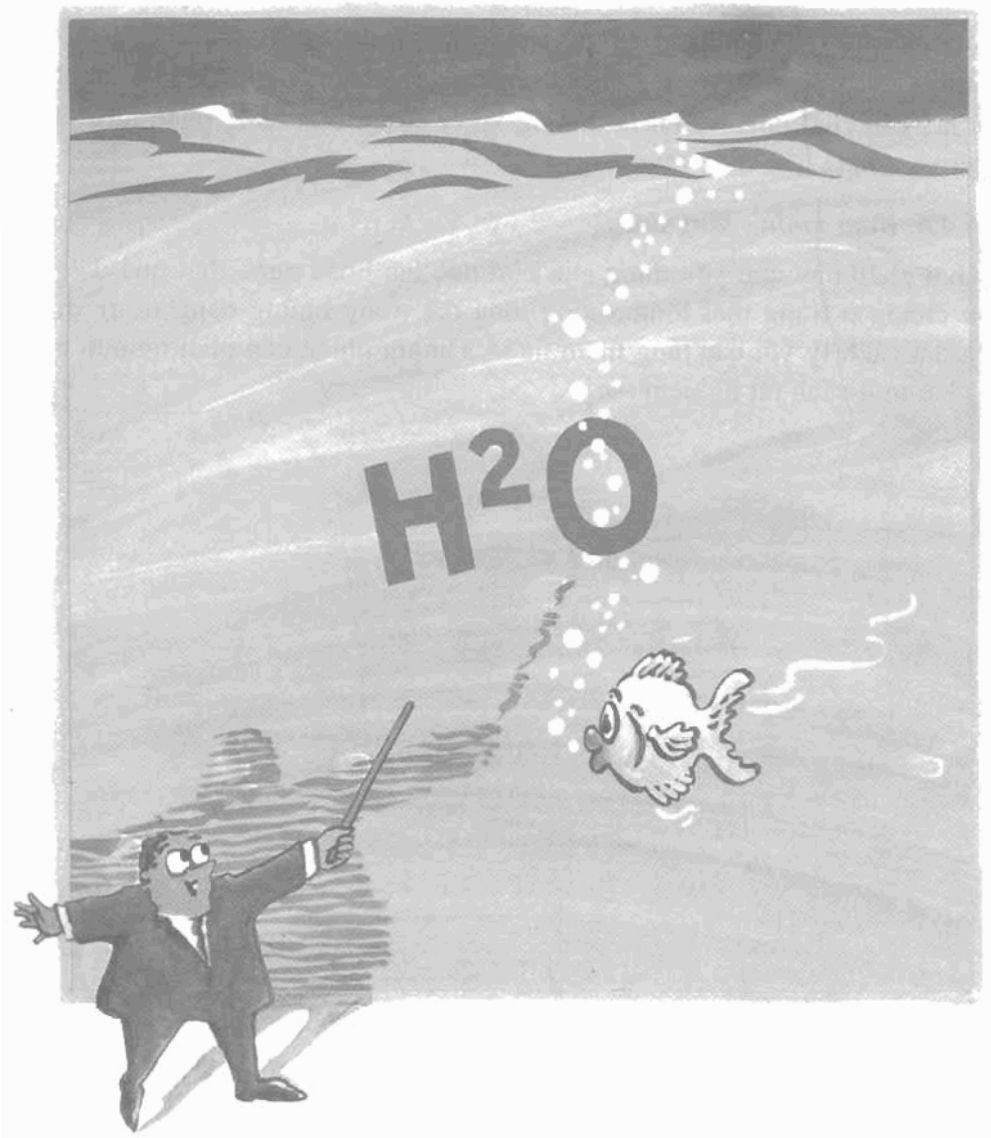
6.4.5. Thải ra biển

Giải pháp nhanh gọn này thường dùng ở các tàu và xà lan cỡ trung bình. Trong một số trường hợp, việc thải ra được thực hiện bằng các ống dẫn đủ dài và chìm dưới đáy biển. Lựa chọn cách thải xuống biển, trước hết cần phải kiểm tra tỷ mỉ và lâu dài về dòng chảy cũng như việc nghiên cứu vi trùng học, sinh học và ngư học. Sự phá huỷ các mầm gây bệnh và phân huỷ chất hữu cơ trong môi trường nước biển diễn ra chậm. Bùn thải ra biển phải khử hết các chất nổi. Người ta thường xử lý sơ bộ bùn bằng phân hủy yếm khí trước khi thải ra biển.

6.4.6. Bơm xuống lòng đất

Giải pháp này chủ yếu dùng cho bùn độc hại hoặc nước thải quá đặc để bơm chúng ở trạng thái lỏng xuống lòng đất trong những hang trống dưới lòng đất cách ly với các tầng thấm nước. Đương nhiên cần phải nghiên cứu địa chất một cách rất nghiêm túc.

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

3

CÁC QUÁ TRÌNH CƠ BẢN CỦA KỸ THUẬT XỬ LÝ NƯỚC BẰNG PHƯƠNG PHÁP HOÁ LÝ

1. KEO TỤ - KẾT BÔNG

1.1. Khái quát chung

1.1.1. Cặn lơ lửng và chất keo

1.1.1.1. Định nghĩa

Nước chứa nhiều hợp chất được chia thành 3 loại:

• *Cặn lơ lửng (MES)*

Các chất này có nguồn gốc vô cơ (cát, đất sét, bùn phù sa) hay hữu cơ (các sản phẩm của sự phân huỷ các chất của thực vật hay động vật, axít humic hoặc fulvic). Ở các hợp chất này có thêm các vi sinh như vi khuẩn, thực vật nổi, tảo và virus. Các chất này tạo nên đô đục và màu sắc của nước.

• *Hạt keo (nhỏ hơn 1 micron)*

Đó là các chất huyền phù có cùng nguồn gốc như trên, nhưng có kích thước nhỏ hơn mà quá trình lắng hết sức chậm. Chúng cũng tạo nên độ đục và màu sắc của nước.

• *Chất hoà tan (kích thước nhỏ hơn vài nanomét)*

Nói chung chúng là các cation hoặc anion và một phần các chất hữu cơ có dạng hoà tan. Người ta cũng thấy cả khí (như O_2, CO_2, H_2S...).

1.1.1.2. Vai trò của sự keo tụ và kết bông

Dùng phương pháp keo tụ và kết bông để loại bỏ huyền phù và chất keo. Quá trình này thực hiện trước khi tách pha rắn-lỏng ở các công trình: lắng, tuyển nổi hay lọc.

http://tieulun.hopto.org

Loại bỏ các chất hoà tan, đối với mỗi chất cần có cách xử lý riêng, cần hoặc không cần keo tụ-kết bông, thậm chí cả việc tách pha rắn-lỏng.

1.1.2. Loại bỏ huyền phù dạng keo

1.1.2.1. Tính ổn định của huyền phù dạng keo-Tính cần thiết của keo tụ

Trong bảng 35 đưa ra danh mục một số chất với kích thước và thời gian cần thiết để cho các hạt rơi thẳng đứng với quãng đường 1m dưới tác dụng của trọng lực ở 20°C.

Bảng 35. Thời gian lắng của các hạt khác nhau

Đường kính hạt			Loại hạt	Thời gian lắng cho 1m nước	Diện tích riêng (m^2/m^3)
mm	µm	A^0			
10	10^4	10^8	Sỏi	1s	6.10^2
1	10^3	10^7	Cát	10s	6.10^3
10^{-1}	10^2	10^6	Cát mịn	2phút	6.10^4
10^{-2}	10^1	10^5	Đất sét	2h	6.10^5
10^{-3}	1	10^4	Vi khuẩn	8 ngày	6.10^6
10^{-4}	10^{-1}	10^3	Chất keo	2 năm	6.10^7
10^{-5}	10^{-2}	10^2	Chất keo	20 năm	6.10^8
10^{-6}	10^{-3}	10	Chất keo	200 năm	6.10^9

Bảng này cũng chỉ rõ hạt càng nhỏ, diện tích riêng càng lớn. Chất keo là các hạt không có khả năng lắng tự nhiên, đối với chúng hiệu ứng bề mặt chiếm ưu thế. Hiệu ứng này ghi nhận tính ổn định của chất huyền phù dạng keo. Thực vậy, chất keo chịu tác dụng của hai loại lực lớn:

- Lực hấp dẫn Van der Vaal phụ thuộc vào cấu trúc và dạng của hạt keo cũng như bản chất môi trường E_A.

- Lực đẩy tĩnh điện phụ thuộc vào điện tích riêng của hạt keo E_R. Độ ổn định của chất huyền phù dạng keo phụ thuộc vào tổng của lực hấp dẫn và lực đẩy mà mức năng lượng được xác định bằng $E = E_A + E_R$. Quan hệ này được biểu diễn trên hình 32.

Để làm mất tính ổn định của huyền phù, cần phải khắc phục được hàng rào năng lượng Es. Để gắn kết các hạt keo với nhau cần làm giảm lực đẩy tĩnh điện. Chính việc keo tụ thực hiện các chức năng này.

http://tieulun.hopto.org



Trục tung: Năng lượng

Trục hoành: Khoảng cách

- - - - - E_A Năng lượng Van der Val

- · - · - · E_B Năng lượng tĩnh điện

——— E Năng lượng tổng

E_S Hàng rào năng lượng

Hình 32. *Ổn định của huyền phù dạng keo*

1.1.2.2. Lý thuyết lớp điện kép

Chất keo có trong nước tự nhiên nói chung tích điện âm (do cấu tạo không hoàn hảo của mạng tinh thể, do ion hoá của các nhóm hoá chất ở ngoại vi). Để trung hoà điện tích âm bề mặt, cần có các ion dương có trong nước hoặc ta cho thêm vào. Các ion dương tạo nên một lớp bọc xung quanh chất keo. Các lý thuyết khác nhau được trình bày trên hình 33.

• *Lý thuyết của HELMOHOLTZ*

Một lớp ion dương bao phủ toàn bộ bề mặt chất keo và đảm bảo sự trung hoà tổng thể (lớp bao quanh).

• *Lý thuyết của GOUY-CHAPMAN*

Lớp ion dương phân chia không đều xung quanh chất keo. Việc trung hoà thu được ở khoảng cách lớn hơn (lớp khuyếch tán).

• *Lý thuyết của STERN*

Giống như hai lý thuyết trên và đưa ra ý tưởng lớp điện tích kép. Lớp đầu tiên dính kết lên hạt keo, thế năng giảm nhanh, lớp thứ hai khuếch tán nhiều hơn và thế năng giảm chậm hơn.

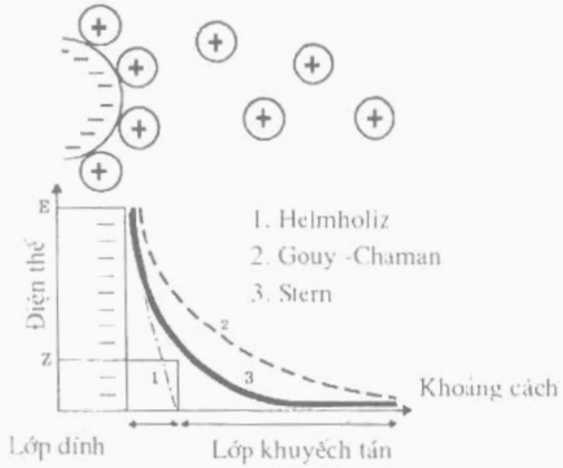
1.1.2.3. Thế năng Zêta

Chất keo tự dịch chuyển với một phần lớp kép. Lớp này dính kết với hạt keo, tương ứng với lớp cố định theo lý thuyết của STERN. Hạt keo được đặc trưng bằng hai thế năng:

- E: thế năng ở trên mặt hạt keo hay thế năng nhiệt động học.

- Z: thế năng ở bề mặt phân chia hay thế điện động.

http://tieulun.hopto.org



Hình 33. *Lý thuyết lớp kép*

Thế năng Z còn được gọi là thế Zêta, quyết định sự dịch chuyển của hạt keo và tác động qua lại lẫn nhau. Hiện tượng điện chuyển có thể xác định khi một hạt được đặt trong điện trường, nó đạt tốc độ cân bằng rất nhanh giữa lực hấp dẫn điện và lực ma sát gây ra do độ nhớt của môi trường. Quan hệ giữa độ điện chuyển và thế năng Zêta được tính bằng công thức:

$$me = \varepsilon.z/k\eta.$$

Trong đó: me - Độ điện chuyển;

ε - Hằng số điện môi của môi trường;

η - Độ nhớt động lực học;

k - 4 hay 6 tuỳ theo giả thiết.

Các hạt có cùng thế năng điện động Zêta, sẽ có cùng độ điện chuyển không phụ thuộc vào đường kính hạt. Trong lý thuyết lớp kép, việc keo tụ đã loại bỏ thế năng Zêta. Dụng cụ đo thế điện động gọi là Zêtamét.

1.1.2.4. Lý thuyết hoá học

Năng lượng liên kết đồng hoá trị lớn hơn từ 20-50 lần năng lượng tĩnh điện, một "lý thuyết hoá học" cũng đưa ra để giải thích sự phá huỷ tính ổn định của huyền phù dạng keo. Mô hình này cho rằng điện tích ban đầu của một hạt keo gây bởi sự ion hoá trực tiếp của một nhóm hoá chất có trong bề mặt của nó (hydrôxyn, cacbonxyn, phốtphát, sunfát...). Phá huỷ tính ổn định thực hiện bằng phản ứng đồng hoá trị giữa các nhóm này và các ion kim loại đa hoá trị của chất keo tụ. Lý thuyết này chứng minh rằng sự kết tủa đồng thời hydróxít kim loại và cấu nối giữa các hạt là các hiện tượng quan trọng trong keo tụ.

http://tieulun.hopto.org

1.1.3. Các giai đoạn keo tụ

1.1.3.1. Giới thiệu

Các pha liên tiếp hoặc đồng thời tác dụng vào quá trình keo tụ của các hạt (bảng 36).

• Keo tụ là sự phá vỡ tính bền vững của các hạt keo bằng cách đưa thêm một chất phản ứng - gọi là chất keo tụ.

• Kết bông là sự dính kết các hạt "đã phá vỡ độ bền" thành các cục bông nhỏ, sau đó thành cụm to hơn và lắng được - gọi là kết bông. Quá trình kết bông có thể cải thiện được bằng cách thêm vào chất phản ứng gọi là tác nhân kết bông hay chất phụ gia kết bông.

Hai hiện tượng vận chuyển chi phối trong quá trình kết bông:

Bảng 36. Các giai đoạn keo tụ

Giai đoạn	Hiện tượng	Thuật ngữ
Cho thêm chất keo tụ	- Phản ứng với nước, ion hoá thuỷ phân, pôlyme hoá	Thuỷ phân
Làm mất ổn định	- Nén lớp kép	Keo tụ
	- Đặc tính hút ion của chất keo tụ lên bề mặt các hạt	
	- Liên kết các ion hoặc các mảnh lên bề mặt của hạt.	
	- Bao gồm cả chất keo kết tủa	
	- Liên kết các hạt bằng chất keo tụ polyme	
Vận chuyển	- Chuyển động Brao	Kết bông nhiệt động học
	- Năng lượng tiêu tán (gradien tốc độ)	Kết bông cơ động học

• *Kết bông nhiệt động học* liên quan đến sự khuếch tán Brao (chuyển động nhiệt hỗn loạn). Tốc độ kết bông hay sự thay đổi số lượng hạt theo thời gian được tính bằng: $\frac{dn}{dt} = \alpha \frac{4k\Gamma}{3\eta} n^2$

Trong đó: n - Số lượng hạt trong một đơn vị thể tích;

α - Hệ số va chạm hiệu dụng;

k - Hằng số Bôzơman;

http://tieulun.hopto.org

T - Nhiệt độ tuyệt đối;

η - Độ nhớt động lực;

d - Đường kính hạt.

Kết bông chỉ có tác dụng với các hạt nhỏ, kích thước nhỏ hơn 1 micron. Nó dễ dàng tạo thành khối kết tụ nhỏ.

• *Kết bông cơ động học* liên quan đến năng lượng tiêu tán. Hiệu quả của quá trình kết bông cho phép thu được các khối kết tụ lớn hơn có thể được tính bằng:

	Chế độ chảy tầng	Chế độ chảy rối
$\frac{dn}{dt}$	$(1/6)\alpha\, n^2.G^0.d^3$	$k.G^0.n^2.d^3$

Gradien tốc độ G^0 chỉ có thể xác định được ở chế độ chảy tầng, vì có sự chênh lệch tốc độ giữa hai dòng chất lỏng kế nhau trong mặt phẳng vuông góc với sự dịch chuyển: $G^0 = dV/dz$.

Trong thực tế, ta dùng Gradien tốc độ G tương ứng với chế độ chảy rối.

1.1.3.2 Tầm quan trọng của Gradien tốc độ

Gradien tốc độ được xác định bằng công thức:

$$G = \sqrt{\frac{P}{V\eta}} = K\sqrt{\frac{P}{V}}$$

Trong đó: G - Gradien tốc độ trung bình (1/s);

P - Công suất tiêu tán thực ($m^2/kg.s^3$); (W)

η - Độ nhớt động lực (kg/m.s);

V - Thể tích choán chỗ bởi chất lỏng (m^3).

Định nghĩa này có thể áp dụng mở rộng cho tất cả các chế độ thuỷ lực. G phụ thuộc đặc biệt vào nhiệt độ.

°C	0	5	10	15	20	30	40
K	23,6	25,6	27,6	29,6	31,5	35,4	38,9

Gradien tốc độ là một thông số quan trọng tác động đến khả năng va chạm của các hạt. Nó không được tăng quá mức. Thực vậy, với giá trị quá cao của G,

http://tieulun.hopto.org

các bông cặn đã co chịu một lực cắt cơ học dẫn đến phá huỷ cấu trúc. Nói chung giá trị chấp nhận được của G như sau:

- Đối với giai đoạn keo tụ: tới 400, thậm chí 1.000/s;

- Đối với giai đoạn kết bông khoảng 100/s.

1.1.3.3. Thời gian keo tụ và kết bông

Thời gian cần thiết cho keo tụ và kết bông được coi là thông số cơ bản. Động học của quá trình chịu ảnh hưởng của môi trường, nhiệt độ, nồng độ chất keo, và sự có mặt của chất kìm hãm....

Các phản ứng này được đặc trưng bằng tham số không thứ nguyên $G \times \zeta$ (ζ là thời gian tiếp xúc). Giá trị của ζ được xác định bằng keo tụ và kết bông thử.

1.1.4. Chất làm keo tụ

• *Cation hoá trị 3*

Trung hoà điện tích âm bề mặt của hạt keo thực hiện bằng cách cho thêm cation vào trong trường hợp làm keo tụ khoáng chất. Sự keo tụ càng hiệu quả hơn khi hoá trị của cation càng cao (lý thuyết Schulze Hardy: một ion hoá trị 3 có tác dụng gấp 10 lần một ion hoá trị 2). Lựa chọn chất làm keo tụ phải chú ý tới tính không độc hại của chất đã chọn và giá thành. Như muối của sắt và nhôm hoá trị 3 được sử dụng rộng rãi trong tất cả các xử lý keo tụ nước.

• *Ảnh hưởng của độ pH*

Các chất keo tụ vô cơ (do sự thuỷ phân nó) làm thay đổi tính chất hoá lý của nước xử lý (pH, độ dẫn điện):

$$M^{3+} + 3H_2O \rightleftarrows M(OH)_3\downarrow + 3H^+$$

Và lại, độ pH là một tham số quan trọng để loại bỏ chất keo. Độ pH tối ưu là tỉ số kết hợp giữa pH cần cho keo tụ các loại hạt keo và pH cần cho sự keo tụ các Hydroxit kim loại do phèn đưa vào. Nói chung nó tương ứng với giá trị nhỏ nhất của độ hoà tan các hydroxít kim loại (tối ưu hoá pha kết bông). Độ pH và độ hoà tan nhỏ nhất bị ảnh hưởng lớn bởi lực ion và sự có mặt các hợp chất hữu cơ như axít humic.

Cation	pH tối ưu cho keo tụ - kết bông
Al^{3+}	6,0 - 7,4
Fe^{3+}	Lớn hơn 5

http://tieulun.hopto.org

Đo pH cần thiết cho keo có thể điều chỉnh bằng cách thêm vào axít hoặc bazơ.

• *Tỷ lệ xử lý*

Tỷ lệ xử lý hữu ích được xác định bằng một phép thử kết bông. Nó có thể được điều chỉnh bằng nghiên cứu thế Zêta.

• *Sự hình thành bùn*

Việc tạo ra hydrôxít kim loại keo theo sự tạo thành một khối lượng bùn lớn. Bùn này được loại trong quá trình tách lỏng - rắn phía sau.

Các chất keo tụ hữu cơ cũng được sử dụng. Đó là các chất trùng hợp cation, nó trung hoà trực tiếp các hạt keo tích điện âm. Thể tích bùn sinh ra giảm đáng kể.

1.1.5. Chất trợ kết bông

Là các pôlyme vô cơ (silic hoạt tính) và pôlyme tự nhiên. Nhưng sự xuất hiện của các pôlyme tổng hợp rất phong phú làm phát triển đáng kể sự hoàn thiện của các chất trợ kết bông. Tỷ lệ xử lý hữu ích cũng được xác định thử như ở chất keo tụ. Thời gian giữa lúc cho thêm chất keo tụ và chất trợ kết bông phải tôn trọng hàng đầu. Thật vậy, chất trợ kết bông chỉ có hiệu quả khi pha keo tụ đã kết thúc. Thời gian này phụ thuộc vào bản chất của keo, và nhiệt độ của nước tự nhiên. Tham số chính cần phải xem xét là kích thước, sự liên kết của các bông cặn và tốc độ lắng. Sử dụng chất trợ kết bông tổng hợp thường đưa tới lượng bùn nhỏ. Phối hợp với các phương pháp tách hiện đại có thể sản sinh ra bùn đặc có khả năng xử lý trực tiếp qua các phân xưởng làm khô bùn.

1.2. Các chất phản ứng

Các chất phản ứng tạo keo tụ và kết bông là các sản phẩm có nguồn gốc vô cơ, pôlyme tự nhiên hay pôlyme tổng hợp.

1.2.1. Chất làm keo tụ vô cơ (Phèn vo cơ)

Các chất làm keo tụ chủ yếu được dùng là muối nhôm hoặc sắt. Trong một số trường hợp, người ta có thể sử dụng các sản phẩm tổng hợp như các chất điện ly tổng hợp cation đã mô tả ở trên.

1.2.1.1. Muối nhôm

Phản ứng cơ bản, khi thêm ion Al^{3+} vào nước tạo ra kết tủa hydrôxít nhôm cùng với giải phóng một số axít :

$$Al^{3+} + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3H^+$$

http://tieulun.hopto.org

Độ axít này có thể phản ứng với một vài loại chất hoà tan có trong nước đặc biệt đối với các ion bicabonat:

$$HCO_3^- + H^+ \rightleftarrows H_2O + CO_2$$

Độ axít này có thể được bù khi pha các chất keo tụ kèm với các bazơ (vút, vôi, cacbonat natri):

$$Al^{3+} + 3OH^- \rightleftarrows Al(OH)_3\downarrow$$

Các phản ứng cho trong chương này được viết tóm tắt. Tất cả các sản phẩm tạo thành đều hoà tan trừ $Al(OH)_3$ và $CaCO_3$. Chất phản ứng cho vào nước ở dạng phân tử.

• *Suphat nhôm (dạng lỏng hay rắn)*

$$Al_2(SO_4)_3 + 6\,HCO_3^- \rightleftarrows 2Al(OH)_3\downarrow + 3SO_4^{2-} + 6CO_2$$

Liều lượng: làm sạch nước mặt tuỳ theo chất lượng nước từ 10 đến 150g/m^3 dưới dạng thương phẩm rắn ($Al_2(SO_4)_3$. $18H_2O$). Trong xử lý nước thải từ 50 đến 300g/m^3

• *Clorua nhôm (lỏng)*

$$2AlCl_3 + 6HCO_3^- \rightleftarrows 2Al(OH)_3\downarrow + 6Cl^- + 6CO_2$$

Đó là một sản phẩm công hiệu nhưng chỉ dùng trong những trường hợp đặc biệt.

• *Suphat nhôm + vôi sống*

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \rightleftarrows 2Al(OH)_3\downarrow + 3Ca^{2+} + 3\,SO_4^{2-}$$

Liều lượng: Để bù vào việc axít hoá cần phải đưa vào vôi $Ca(OH)_2$ khoảng 1/3 lượng sunfat nhôm dưới dạng thương phẩm rắn.

• *Sunphát nhôm + cacbonat natri*

Hai loại phản ứng có thể xảy ra tuỳ theo sự trung hoà của ion cabonat thành bicacbonat hay CO_2 đó:

$$Al_2(SO_4)_3 + 6Na_2CO_3 + 6H_2O \rightleftarrows 12Al(OH)_3\downarrow + 2Na^+ + 6HCO_3^- + 3SO_4^{2-}$$

$$2Al_2(SO_4)_3 + 6Na_2CO_3 + 6H_2O \rightleftarrows 4Al(OH)_3\downarrow + 12Na^+ + 6SO_4^{2-} + 6CO_2$$

Liều lượng: Cacbonat natri khoảng 50 đến 100% liều lượng sunphat nhôm thương phẩm rắn.

• *Aluminat natri* : Ngược lại với trường hợp trên, nhôm ở đây dưới dạng bazơ

$$AlO_2^- + 2H_2O \rightleftarrows Al(OH)_3\downarrow + OH^-$$

http://tieulun.hopto.org

No có thể thay thế các ion bicacbonat và CO_2 hoà tan

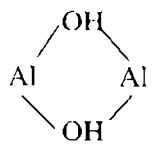
$$NaAlO_2 + Ca(HCO_3)_2 + H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3\downarrow + CaCO_3\downarrow + Na^+ + HCO_3^-$$

$$2NaAlO_2 + 2CO_2 + 4H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3\downarrow + 2Na^+ + 2HCO_3^-$$

Liều lượng. Dùng cho làm sạch nước bề mặt 5 đến 50g/m^3 chất phản ứng chứa 50% Al_2O_3.

1.2.1.2. Pôlyme nhôm

Dùng pôlyme nhôm để trung hoà và cũng là cầu kết nối chất keo làm cho keo tụ có hiệu quả hơn. Và lại, dùng pôlyme cho phép xích lại gần các loại chứa tinh thể hydrôxít nhôm, như bayerite hay gibbsite. Pôlyme hoá hydrôxít nhôm trong dung dịch là tạo ra mầm tinh thể, hợp nhất các gốc có dạng $Al_n(OH)_{12}^{6+}$. Pôlyme hoá bắt đầu bằng một phản ứng nối cầu:



Tồn tại một dãy liên tục các pôlyme mà độ lớn của chúng tăng với mức độ hydrôxyn hoá (tỷ số mol R = OH/Al). Ưu điểm của polyme là các bông cặn xích gần tới cấu trúc tinh thể, nó càng rắn chắc và đặc hơn. Nhưng bắt đầu từ một tỷ số nào đó, thương phẩm này rất không ổn định.

• *Các thương phẩm*

Công thức chung của sản phẩm này là $Al_n(OH)_m(Cl)_q(SO_4)_t$. Chúng đặc trưng bằng tỷ số mol OH/Al khoảng 0,4 đến 0,6. Chúng ít tính axít hơn các muối nhôm cổ điển. Tính ổn định của chúng được bảo đảm bằng ion sufat ức chế sự pôlyme hoá tự phát của sản phẩm. Sử dụng các sản phẩm này thường dưa đến hệ số xử lý nhỏ hơn so với sufat nhôm (Al^{3+}). Sự cố kết của bùn tốt hơn, nhưng cần thiết phải có chất phụ gia. Các chất thương phẩm sẵn có đang tiếp tục phát triển, như PAC, WAC, aqualenx, alpoca...

• *PCBA (Pôlyclorua bazơ nhôm)*

Để thu được một pôlyme nhôm hiệu quả hơn, cần phải điều chế đúng tại chỗ trước khi dùng (có chứng chỉ của hãng Degremont). Bằng cách trung hoà có điều kiện clorua nhôm bằng một bazơ, ta thu được một tỷ lệ OH/Al cao hơn nhiều. Tỷ lệ (gần 2,5) có thể thích hợp tuỳ theo bản chất của nước chưa xử lý.

http://tieulun.hopto.org

Ưu điểm của PCBA so với muối nhôm có điện là:

- Kết bông nhanh;
- Loại bỏ tốt các chất hữu cơ;
- Hệ số xử lý nhỏ (tính bằng Al^{3+});
- Giảm thể tích bùn;
- Chất phụ gia kết bông thường không cần thiết.

1.2.1.3. Muối sắt

Nguyên lý phản ứng cũng như các muối nhôm:

$$Fe^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3\downarrow + 3H^+$$

Ion sắt có thể làm cho nước xử lý có màu.

- *Clorua feric (lỏng, đôi khi kết tinh)*

$$2FeCl_3 + 6HCO_3^- \rightleftharpoons 2Fe(OH)_3\downarrow + 6Cl^- + 6CO_2$$

Liều lượng: Xử lý nước mặt từ 5 đến 150g/m^3 clorua feric rắn $FeCl_3.6H_2O$. Nước xử lý thải từ 50 đến 300g/m^3 clorua feric.

- *Clorua feric + vôi:*

$$3FeCl_3 + 3Ca(OH)_2 \rightleftharpoons 2Fe(OH)_3\downarrow + 6Cl^- + 3Ca^{2+}$$

Liều lượng: Nước xử lý nước thải từ 50 đến 500g/m^3 vôi và từ 50 đến 300g/m^3 chất clorua feric rắn.

- *Sulfat feric (rắn):*

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6HCO_3^- \rightleftharpoons 2Fe(OH)_3\downarrow + 3SO_4^{2-} + 6CO_2$$

Liều lượng Xử lý nước mặt 10-250g/m^3 theo sản phẩm thị trường của $Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$.

- *Sulfat feric + vôi:*

$$Fe_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \rightleftharpoons 2Fe(OH)_3\downarrow + 3SO_4^{2-} + 3Ca^{2+}$$

Liều lượng: Xử lý nước mặt, lượng $Ca(OH)_2$ nung nóng chừng khoảng 50% của liều lượng sulfat feric thị trường $Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$.

- *Closulfat feric (dạng lỏng)*

$$2FeClSO_4 + 6HCO_3^- \rightleftharpoons 2Fe(OH)_3\downarrow + 2Cl^- + 2SO_4^{2-} + 6CO_2$$

Liều lượng: Giống như clorua ferric tính theo ion sắt.

- *Sulfat feric dạng rắn:*

$$FeSO_4 + 2HCO_3^- \rightleftharpoons Fe(OH)_3\downarrow + SO_4^{2-} + 2CO_2$$

http://tieulun.hopto.org

Liều lượng: Xử lý nước mặt từ 5 đến 150g/m^3 sản phẩm thị trường của $FeSO_4.7H_2O$. Xử lý nước thải từ 100 đến 400g/m^3 sản phẩm thị trường của $FeSO_4.7H_2O$. Trong nước làm thoáng, Hydroxit sắt 2 được oxy hoá thành Hydroxit sắt 3: $2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow$

• *Sắt sulfat + clo:*

$$2Fe(SO_4)_3 + Cl_2 + 6HCO_3^- \rightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow + 2SO_4^{2-} + 2Cl^- + 6CO_2$$

Liều lượng: Cần 12% clo so với lượng sắt sulfat $FeSO_4.7H_2O$. Sulfat sắt và clo có thể cho riêng rẽ vào nước. Việc oxy hóa Sulfat sắt bằng Clo trước khi dùng tạo ra closulfat sắt (Clairtan, v.v...)

• *Sắt sulfat +vôi:*

$$FeSO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + Ca^{2+} + SO_4^{2-}$$

Xử lý nước mặt, liều lượng của $Ca(OH)_2$ cần khoảng chừng 30% sắt sulfat $FeSO_4.7H_2O$. Trong xử lý nước thải cần từ 100 đến 150g/m^3 vôi cho 250 đến 350g/m^3 sắt sulfat.

1.2.1.4. Các chất làm keo tụ vô cơ khác

• *Sản phẩm hỗn hợp Al^{3+}/Fe^{3+}*

Một số chất keo tụ vô cơ có đồng thời các ion Al^{3+} và Fe^{3+}. Đó là trường hợp của AVR, sunphat hỗn hợp nhôm và sắt (thể rắn). Sản phẩm này chủ yếu dùng để xử lý nước thải đô thị (EUR) và nước thải công nghiệp (ERI), đặc biệt để khử phôtphat.

• *Sunphat đồng*

$$CuSO_4 + 2HCO_3^- \rightarrow Cu(OH)_2 + SO_4^{2-} + 2CO_2$$

Liều lượng: 5-20g/m^3 $CuSO_4.5H_2O$ thương phẩm. Nó được dùng chủ yếu để diệt tảo.

• *Ôzon*: Ôzôn hoá nước chứa nhiều chất hữu cơ phức hợp của sắt và magan có thể làm khởi động cơ chế keo tụ-kết bông. Ôzôn phá huỷ hợp chất hữu cơ, sau đó oxy hoá các ion kim loại đã được giải phóng. Khi đạt được điều kiện cần thiết về độ pH, hydróxít sắt 3 tạo nên các bông nhẹ và bám dính trên thiết bị lọc.

• *Clo*: Trong nước biển, clo tự do cần để mở đầu phản ứng keo tụ.

http://tieulun.hopto.org

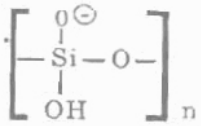
1.2.2. Chất phụ gia kết bông tự nhiên

1.2.2.1. Chất kết bông vô cơ

• *Silic hoạt tính*

Silic hoạt tính là chất phụ gia kết bông được sử dụng đầu tiên. Chủ yếu nó cho những kết quả tốt khi kết hợp với sunphat nhôm trong nước lạnh. Được pha chế chính xác trước khi dùng bằng cách trung hoà từng phần độ kiềm một dung dịch silicát natri, ta được silic hoạt tính sau khi đông tụ. Liều lượng xử lý khoảng từ 0,5 đến 4mg// SiO_2.

• *Silico-aluminat*



Khi chất keo tụ là sunphat nhôm (hay một muối nhôm khác), độ axít của sản phẩm này được dùng thay thế muối của axít sunfuric để hoạt tính hoá silicat natri. Các sản phẩm tương tự như silic hoạt tính thu được như silico-aluminat. Trong một số trường hợp đặc biệt, người ta chỉ dùng một mình silicat natri.

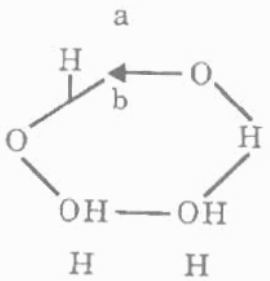
• *Các chất phụ gia vô cơ khác*

Trước khi lắng hoặc lọc, người ta dùng một số sản phẩm để tăng thêm hàm lượng chất lơ lửng cho nước tự nhiên chứa ít huyền phù. Đó không phải là các chất kết tủa, nhưng chúng tham gia vào việc tạo ra nhiều bông cặn lớn và nặng.

Ví dụ:

- Một số đất sét (bentonit, kaolin);
- Bột mỏđon trắng hay cacbonat canxi kết tủa;
- Đá tảo silic; (diatomit)
- Bột than hoạt tính (sử dụng chủ yếu như chất hấp phụ);
- Cát mịn.

1.2.2.2. Chất kết bông hữu cơ (pôlyme tự nhiên)



Đó là các pôlyme tự nhiên tách ra từ động vật và thực vật.

• *Angrinát :* Angrinát natri nhận được từ việc tách tảo ở biển bằng axít anginic. Thành phần cơ bản của cấu trúc pôlyme này là axít manuromic và guluronic. Khối lượng phân tử bằng từ 10^4-2.10^5.

http://tieulun.hopto.org

	a	b
Mannuronique	COOH	H
Guluronique	H	COOH

Đó là các sản phẩm đặc biệt công hiệu như là một chất phụ gia kết bông với muối sắt 3. Chúng cũng cho kết quả tốt với muối nhôm. Tỷ lệ xử lý từ 0,5-2mg/l.

• *Tinh bột* : Tinh bột thu được từ khoai tây hay chiết ra từ ngũ cốc. Chúng là các pólyme glucopyranos phân nhánh không thẳng hàng, đôi khi phân huỷ từng phần (OH^-) hay thành các chất dẫn xuất cacbonxy-êtyn-dextronen. Chúng được sử dụng khoảng từ 1 đến 10mg/l với muối nhôm.

Tinh bột và animat là các sản phẩm rắn được điều chế ở nồng độ 5-10g/l. Chúng phân huỷ rất nhanh trong môi trường nước, khi nhiệt độ bên ngoài cao (hơn 20°). Các thùng điều chế phải rửa sạch thường xuyên (để phòng lên men).

• *Các hợp chất khác* : Có nhiều chất kết bông hữu cơ tự nhiên khác, nhưng chúng được dùng trước hết trong công nghiệp đặc biệt (thuỷ luyện, nhà máy bột giấy). Thực chất là các polysacrit:

- Galactoman (cao su: guar, carube);

- Pectin;

- Xantan (lên men hiếu khí của đường bằng các mầm xantomona, ví dụ: rôdôpôn).

Các sản phẩm thường gặp khác nhau như các dẫn xuất của xenlulô (cacbonxy mêtyn-xenlulô), các gêlatin và tamin.

1.2.3. Các chất keo tụ hữu cơ tổng hợp

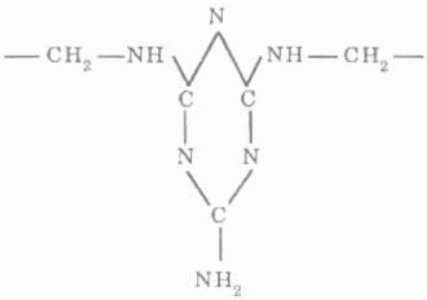
Đó là các sản phẩm hữu cơ tổng hợp có khối lượng phân tử trung bình (10^4 - 10^5). Chúng chỉ có ở dạng lỏng. Chúng có thể sử dụng trực tiếp (không có trạm điều chế), thay thế toàn bộ hay từng phần chất keo tụ vô cơ. Sử dụng các chất keo tụ hữu cơ làm giảm đáng kể thể tích bùn. Bùn lấy ra đặc hơn, nhưng cũng dính hơn. Do vậy, ứng dụng của chúng không phải thích hợp cho bất kỳ công trình nào. Chất kết bông hữu cơ chỉ làm thay đổi rất ít độ pH và tăng thêm rất ít độ muối.

1.2.3.1. Phân loại

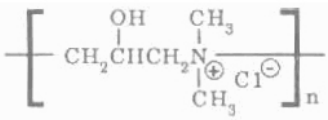
Ta thường gặp 3 loại chính sau:

http://tieulun.hopto.org

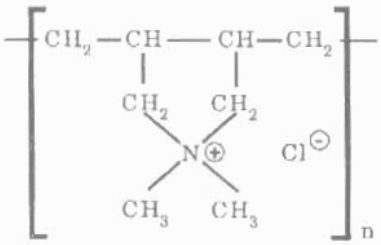
- Mêlaminfocmandêhyt (hay mêlaminfocmôn):



- E'piclo hydrin dimêtynlamin (EPLDAM):



- Poly (clorua dialyndimêtynamoni) (POLYAMAC):



Các sản phẩm khác thường gặp như poluamin khác nhau của EPLDMA và pôlyêtylenamin, được dùng chủ yếu để lọc trong nước thải công nghiệp.

1.2.3.2. Lĩnh vực áp dụng

• *Lắng trong nước*

Đối với xử lý nước ăn, phải tuân theo quy định của từng quốc gia. Tỷ lệ thuốc xử lý vào khoảng 5 - 15g/m^3 chất thương phẩm.

• *Keo tụ trên thiết bị lọc*

Lọc nước biển, phản ứng keo tụ đối với một số chất nhất định, có thể kết hợp với một số phản ứng sớm và có hại cho kết tủa của các chất keo tụ, do quá mặn.

http://tieulun.hopto.org

• *Nước thải công nghiệp*

Đó là lĩnh vực áp dụng quan trọng của chất keo tụ hữu cơ. Tỷ lệ xử lý (5-50g/m^3) phụ thuộc đáng kể vào loại nước thải.

1.2.3.3. Sự đồng vận với một chất keo tụ vô cơ

Trong một số trường hợp, chỉ một mình chất keo tụ hữu cơ không đạt được chất lượng nước xử lý như với chất keo tụ vô cơ. Sử dụng kết hợp cả hai loại cho phép giảm đáng kể số lượng chất keo tụ vô cơ cần thiết (40-80%) mà vẫn bảo đảm thể tích bùn nhỏ.

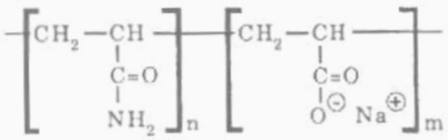
1.2.4. Chất kết bông tổng hợp

Đó là các đại phân tử có các mắt xích nối dài thu được do liên kết các đơn phân tử tổng hợp, trong đó một số tích điện hay 1 nhóm có khả năng ion hoá. Chúng có khối lượng phân tử rất cao (10^6-10^7), cho phép đạt được hiệu quả lớn hơn rất nhiều so với polyme tự nhiên.

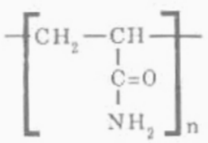
1.2.4.1. Phân loại

Chúng chia theo tính chất ion của polyme.

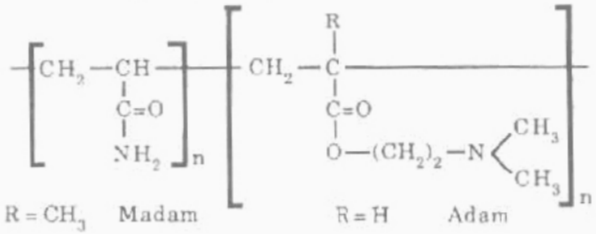
• *Anion:* Nói chung, đó là các đồng trùng hợp của acrylamit và axít acrylic.



• *Trung hoà (hay không có ion):* Thực chất là Pôlyacrylamit



• *Cation:* Đó là các đồng trùng hợp acrylamit với một đơn phân cation, nói chung là MADAM hay ADAM:



http://tieulun.hopto.org

1.2.4.2. Sử dụng

Các chất kết bông hữu cơ có sẵn dưới 3 dạng:

- Rắn;

- Nhũ (pôlyme dạng nhũ trong dung môi hữu cơ);

- Dung dịch (khoảng 20mg/l trong nước). Luôn luôn phải hoà tan các chất kết tủa rắn dạng nhũ trước khi sử dụng, nhất thiết phải pha loãng lần thứ hai.

1.2.4.3. Lĩnh vực áp dụng

• *Nước mặt*

Chất kết bông tổng hợp được sử dụng phối hợp với chất keo tụ trong quy trình xử lý nước. Pôlyme tốt nhất là loại anion hay trung hoà, hay có rất ít cation.

Liều lượng thường dùng từ 0,05 đến 0,5g/m^3. Trong một số trường hợp nước có độ đục cao, ta có thể dùng pôlyme 2g/m^3.

• *Nước thải công nghiệp*

Người ta dùng một pôlyme anion đến 2g/m^3 để xử lý với chất keo tụ vô cơ. Đặc biệt trong trường hợp xử lý bề mặt kim loại, luyện kim, làm sạch khí, người ta thường dùng chất kết bông pôlyme cation thích hợp hơn các loại khác (0,5-5g/m^3).

• *Nước thải đô thị (xử lý hoá-lý)*

Dùng kết hợp với một chất keo tụ vô cơ, sự kết bông tốt nhất nói chung là loại anion (đến 2g/m^3).

Khi chỉ muốn khử chất lơ lửng, chỉ cần dùng một mình chất kết bông tổng hợp là đủ.

• *Làm khô bùn*

Chất kết bông cation phù hợp với xử lý bùn hữu cơ. Bùn có đặc tính vô cơ cần các chất kết bông anion. Chi phí khoảng 0,5 đến 7 kg pôlyme cho một tấn bùn đã khô.

1.3. Kết bông tiếp xúc với các hạt rắn

Hiệu quả của kết bông được kí hiệu bằng:

$$\varepsilon = k.C^{\alpha}.G^{\beta}.t^{\gamma}$$

http://tieulun.hopto.org

Trong đó: e - Hiệu quả sự kết tủa, là thông số tạo thành bông cặn hay chất lượng nước sau lắng;

C - Nồng độ bùn trong bể kết tủa;

G - Gradien tốc độ;

t - Thời gian tiếp xúc;

α , β , $\gamma > 0$.

Đặc biệt, tăng khối lượng bùn tiếp xúc cũng làm tăng xác suất va chạm của các hạt tạo ra sự kết bông có hiệu quả hơn.

Thiết bị tiếp xúc với các hạt rắn sử dụng nguyên tắc này để tạo ra hoặc vận chuyển trong vùng kết bông một khối lượng bùn lớn.

Người ta ứng dụng hai phương pháp khác nhau:

- Tuần hoàn lại bùn;

- Tạo ra lớp cặn lơ lửng.

Việc tiếp xúc với bùn có nhiều ưu điểm:

- Cải thiện kết bông, không có các hạt mịn, bông cặn đồng đều và giảm thời gian kết bông;

- Tăng tốc độ lắng, giảm kích thước công trình tương ứng;

- Hoàn chỉnh các phản ứng đặc biệt (kết tủa, hấp thụ bằng than hoạt tính);

- Tăng việc loại bỏ chất hữu cơ bằng sự hấp thụ trên các cục bông cặn;

- Tiết kiệm chất phản ứng (sử dụng tốt hơn các chất phản ứng, tác dụng của chất keo tụ và kết bông cặn được tuần hoàn lại). Lĩnh vực kết bông tiếp xúc với bùn được sử dụng rất rộng rãi: lắng trong, làm mềm bằng vôi (khử độ cứng cacbonat) khử màu, loại bỏ sắt và mangan, xử lý sinh học hiếu khí và yếm khí. Trường hợp đặc biệt xử lý sinh học bằng bùn hoạt tính, việc đưa thêm bùn vào bể phản ứng có vai trò duy trì lượng vi sinh cần thiết để làm sạch.

Chú ý: *nồng độ bùn quá lớn trong bể lắng là yếu tố hạn chế tốc độ lắng*

1.3.1. Hồi lưu bùn (hay tuần hoàn bùn)

Cần đảm bảo sự lưu thông đều đặn của bùn không gây ra rối loạn khác, phải trộn nước với bùn tránh sự lắng đọng bùn. Phải đưa bùn tuần hoàn vào bể kết bông trước khi sang bể lắng. Cần phải tuần hoàn lại bùn đặc ở đáy bể lắng. Các thiết bị tuần hoàn bùn thường gặp là Ejector thuỷ lực, bơm Airlift, tuabin, bơm nhũ, máy bơm ở ngoài. Bể lắng thường trang bị một thiết bị nạo vét bùn.

http://tieulun.hopto.org

1.3.2. Lớp cặn lơ lửng

Trong công trình có dòng nước đi từ dưới lên, sự cân bằng được thiết lập giữa tốc độ dòng nước đi lên và tốc độ lắng xuống của các bông cặn. Bắt đầu ở một nồng độ nào đó, chúng tạo nên một lớp bông cặn đồng thời là "bộ lọc lỏng", ở đây có sự kết bông tuyệt vời, lớp này có một độ dính kết tự nhiên nào đó và chịu được tốc độ đẩy lớn hơn so với các phần tử kết bông riêng lẻ. Sự cô kết này giải thích tính đàn hồi của lớp cặn lơ lửng. Thực vậy, có thể so sánh với một lò so có xu hướng bị nén lại dưới tác dụng của trọng lực (lắng các hạt). Nhưng nó lại bị kéo ít nhiều dưới dạng tác dụng của một lực chống lại (lực đẩy của dòng nước đi lên). Lò so bị đứt nếu tốc độ đi lên của dòng nước quá lớn. Do đó cần phải chọn tốc độ phù hợp để tránh hiện tượng này.

Khi tốc độ đi lên của dòng nước quá lớn, tốc độ lắng của các hạt không đủ để duy trì lớp cặn lơ lửng, các bông cặn bị khuếch tán và bị kéo theo dòng nước.

Độ cô kết được đặc trưng bằng hệ số cô kết của bùn K. Nó là tham số cơ bản cần biết để xác định kích thước của thiết bị lắng có lớp cặn lơ lửng.

1.4. Trường hợp tạo nhũ đặc biệt

Các điều kiện kết bông của nhũ hydrocabua hay dầu phụ thuộc vào bản chất của chúng và tồn tại dưới hai dạng chính:

Nhũ cơ học: Tương đối không ổn định và có kích thước đặc trưng của mixen bằng từ 10 đến hàng trăm micron với nồng độ khoảng từ 100 đến 500mg/l, sau khi đã lắng tĩnh sơ bộ 1h;

- Nhũ hoá học, tương đối ổn định, do bản chất của các hydrocacbua (nhựa đường, naphtênat), hoặc do sự cùng có mặt các tác nhân phân tán (muối kiềm, chất tẩy ..). Chúng có đặc tính sau khi lắng tĩnh 1h, kích thước của mixen từ 0,1 micron (vi nhũ) đến 10 micron với nồng độ hydrocacbua thay đổi trong phạm vi giữa 100mg/l (chất thải của công nghiệp hoá dầu) đến 50g/l (chất dẫn ở dạng lỏng);

Quá trình keo tụ các nhũ hoá học gồm sự trung hoà thế năng Zêta (như đối với keo). Nhưng cơ chế dính kết chiếm ưu thế hơn trong trường hợp nhũ cơ học. Xử lý các chất này bằng cách phá vỡ cân bằng hay keo tụ từng phần tiếp theo là lọc trực tiếp các chất keo tụ. Xử lý nhũ hoá học phải làm keo tụ toàn bộ các chất, tiếp là kết bông và tách ra bằng lắng hay tuyển nổi bằng khí hoà tan.

http://tieulun.hopto.org

2. KẾT TỦA HOÁ HỌC

Kết tủa thường gặp trong xử lý nước là kết tủa cabonatcanxi và hydrôxít kim loại. Chúng kết tủa sau khi liên kết với một chất phản ứng đặc biệt.

2.1. Khử canxi và magiê

2.1.1. Các phương pháp chính

2.1.1.1. Làm mềm bằng vôi

Mục đích là khử độ cứng bicacbonát hay độ cứng tạm thời của canxi và magiê. Độ cứng không chứa cacbonat hay độ cứng vĩnh cửu không bị ảnh hưởng

• *Các phản ứng cơ bản*

Phản ứng hóa học khi làm mềm bằng vôi như sau:

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 + 2H_2O$$

Cacbonat magiê hoà tan tương đối (cỡ 70mg/l).

Nếu có dư lượng vôi, sẽ xảy ra và phản ứng như sau:

$$Ca(OH)_2 + MgCO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + Mg(OH)_2\downarrow$$

Khi liều lượng các chất phản ứng là chính xác, ta có thể giảm độ kiềm của nước đến độ hoà tan lý thuyết của hệ $CaCO_3 + Mg(OH)_2$, nó nằm giữa 2°F và 3°F trong điều kiện nồng độ và nhiệt độ bình thường. Tuy nhiên, giá trị giới hạn của TAC tăng hơn trong thực tế vì có các tạp chất hoà tan (ví dụ axít hữu cơ, amoni...).

Mặt khác, nếu nước thô có chứa bicacbonat natri (TAC > TH), nó được giữ lại trong nước, và trong nước có thêm độ kiềm tính dưới dạng cacbonát natri hoặc xút ăn da tương ứng với giá trị TAC - TH.

• *Cơ chế kết tủa*

Phản ứng của vôi trong nước thô rất chậm nếu không có tác nhân kết tinh. Trong các bể lắng tĩnh không có thiết bị tiếp xúc với lớp hạt rắn, thời gian phản ứng kéo dài trong nhiều giờ (gần như bỏ qua).

Ngược lại, ngay khi nước tiếp xúc với các tinh thể $CaCO_3$ với khối lượng đủ lớn, phản ứng chỉ sau vài phút đã đạt tới điểm cân bằng. Vì sự kết tủa thực hiện trên các tinh thể có xu hướng làm tăng khối lượng, tốc độ lắng tăng nhanh làm giảm kích thước thiết bị. Điều đó chỉ có giá trị khi bể mà

http://tieulun.hopto.org

tinh thể $CaCO_3$ đủ sạch. Sự có mặt keo hữu cơ có khả năng cản trở sự kết tinh. Vì vậy người ta thường cho thêm vào nước cần khử cacbonat các chất keo tụ để kết tủa các chất keo. Cuối cùng phải nhấn mạnh rằng khi có một mình $CaCO_3$, nó có xu hướng tạo ra các khối tinh thể đặc, lăng với tốc độ lớn, trong khi đó magiê hydrôxit $Mg(OH)_2$, nếu chỉ có một mình, sẽ tạo thành dạng bông cặn nhẹ, với một tỷ lệ đáng kể, chúng đảm nhận tác dụng của chất keo tụ, nhưng tốc độ lắng nhỏ rất nhiều so với $CaCO_3$. Đánh giá một thiết bị làm mềm bằng vôi, cần phải xem xét trước hết khả năng trộn đong đều nước, với chất phản ứng và các mầm tinh thể $CaCO_3$ trong vùng phản ứng, phù hợp với kích thước đã chọn. Cuối cùng để tăng tốc độ lắng, có thể đưa vào một chất kết bông hữu cơ sau thời gian sinh trưởng của tinh thể. Khi ta muốn nước đã loại bỏ cacbonát hoàn toàn trong suốt, thì việc làm mềm bằng vôi phải luôn đi kèm với lọc trong.

2.1.1.2. Sử dụng cacbonat natri

Khử độ cứng vĩnh cửu thực hiện bằng quy trình cacbonát natri lạnh, có kết hợp hoặc không với kết tủa bicacbonát canxi và magiê bằng vôi. Cách khử này theo phản ứng sau:

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3\downarrow \quad (1)$$

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + CaCO_3\downarrow \quad (2)$$

Phương pháp này có nhược điểm, đặc biệt không cho phép hạ thấp TAC xuống dưới 3 hoặc 4°F.

2.1.1.3. Kết tủa bằng xút ăn da

Khử ion canxi và magiê bằng kết tủa với xút ăn da là phương án xử lý nước kết hợp với vôi và cacbonát natri (xem mục 2.1.1.2.).

Phản ứng bazơ như sau:

$$Ca(HCO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow CaCO\downarrow + Na_2CO_3 + H_2O \quad (3)$$

Kết tủa cacbonát canxi kèm theo việc tạo thành cacbonát natri sẽ phản ứng với các chất tạo ra đó cứng vĩnh cửu theo phản ứng (1) và (2).

Sử dụng xút ăn da cho phép hạ thấp độ cứng của nước xuống một giá trị bằng hai lần độ giảm hàm lượng bicacbonát của các chất kiềm thổ. TAC của nước chỉ có thể hạ thấp đến 3 hay 4°F, nếu có đủ độ cứng vĩnh cửu để kết hợp với cacbonát natri đã tạo ra.

http://tieulun.hopto.org

2.1.2. Tính và kiểm tra kết tủa (thu được TAC cực tiểu)

Ta gọi T_{Ca} là độ cứng Canxi, tính bằng °F tương ứng với tổng hàm lượng muối canxi;

T_{Mg} là độ cứng Magiê, tính bằng °F tương ứng với hàm lượng tổng của các muối magê;

C là hàm lượng khí CO_2 tự do tính bằng °F : $C = \frac{CO_2 \text{ tự do (mg/l)}}{4,4}$

2.1.2.1. Liều lượng vôi.

• *TH-TAC dương tính*

Liều lượng lý thuyết của vôi cần để đạt được kết tủa tối ưu của riêng cacbonát canxi là: CaO: 5,6(TAC + C) g/m^3

hay $Ca(OH)_2$: 7,4 (TAC +C) g/m^3.

Khi ta muốn kết tủa đồng thời cacbobát canxi và magiê oxít, độ cứng magiê lớn hơn TH-TAC (độ cứng $Mg(CO_3H)_2 = TAC - T_{Ca}$):

CaO: 5,6 (2TAC - T_{Ca} + C) g/m^3

hay: $Ca(OH)_2$: 7,4 (2TAC - T_{Ca} + C) g/m^3.

• *TH-TAC âm tính*:

Đó là nước có chứa bicacbonát natri, ta luôn nhận được sự kết tủa tốt của canxi và magiê bằng cách tính lượng vôi trên cơ sở của TAC + T_{Mg} + C nhưng chúng làm cho nước chứa một lượng lớn cacbonat natri và xút ăn da, và ta có thể dùng nước này với lượng nhỏ hơn.

• *Kiểm tra kết quả*:

Trong mọi trường hợp, phải tăng (hoặc giảm) lượng vôi từ 5,6g/m^3 (CaO) hay 7,4g/m^3 ($Ca(OH)_2$) cho mỗi độ TA đo được cao hơn hay thấp hơn giá trị lý thuyết.

Đương nhiên, giá trị 5,6 và 7,4 tính theo các sản phẩm tinh khiết tới 100%. Thực vậy, vôi luôn luôn không sạch và ít nhiều chứa cacbonat, trong phần lớn các trường hợp từ 10 đến 30%. Nếu chỉ kết tủa cacbonat canxi, và lắng lý tưởng đo kiềm thu được sẽ là:

$$TA = \frac{TAC}{2} \pm 0,5^{\circ}F;$$

http://tieulun.hopto.org

Tương ứng với độ kiềm tổng tối thiểu TAC vào khoảng 2°F, nếu nước không chứa magiê.

Nếu dùng T_{Mg} lớn hơn TH-TAC, áp dụng quy tắc này dẫn đến dư thừa TAC do có sự hoà tan của cacbonat magiê và kết quả tối ưu nhận được khi đó là: $TA = \frac{TAC}{2} + 0,5°$ đến 1°F, với giá trị nhỏ nhất có thể của TA.

2.1.2.2. Liều lượng cacbonat natri

Liều lượng cacbonat natri sạch cần thiết: 10,6(TH-TAC) (g/m³).

• *Kiểm tra kết quả*

Theo lý thuyết, đối với nước không chứa magiê, ta có: TH = TAC = 2TA.

Thực tế, khi kinh doanh nước mà độ cứng vĩnh cửu là một phần magiê, thì quy luật này không ứng dụng được nữa và là phải kiểm tra lần lượt từng trường hợp.

2.1.2.3. Liều lượng của vôi

Liều lượng xút ăn da sạch cần dùng tính theo một độ kiềm kết tủa là:

$8(2TAC - T_{Ca} + C)$ (g/m³).

• *Kiểm tra kết quả*

Để hạ thấp 1°F của TAC cần phải giảm đi 2°F của TH. Thực tế, ta điều chỉnh lưu lượng xút ăn da đưa vào trong nước bằng cách làm sao để thu được độ kiềm tổng TAC còn lại là nhỏ nhất.

2.2. Kết tủa Silic

Thực chất là sự hấp thụ của silic lên các bông cặn chứa nhiều hydrôxít Al, Mg, Fe. Việc cùng kết tủa thực hiện ở trạng thái lạnh hoặc nóng. Nó được tiến hành đồng thời với việc kết tủa $CaCO_3$ trong quá trình làm mềm bằng vôi nước của các giếng khoan.

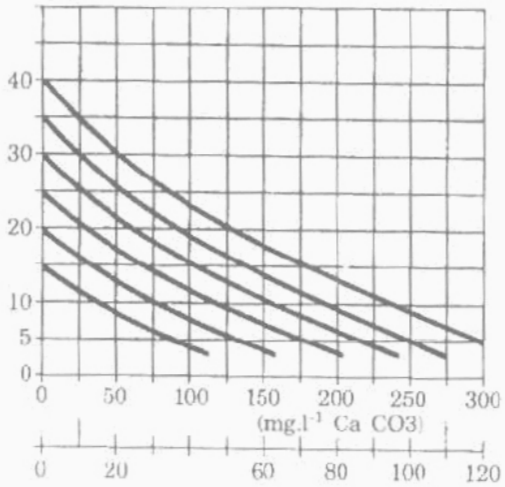
2.2.1. Khử silic bằng Mg II

Việc xử lý có thể thực hiện ở trạng thái lạnh hoặc nóng. Magiê thường hay xuất hiện trong nước giếng khoan và kết tủa cùng với một phần silic trong quá trình làm mềm nước bằng vôi. Để cấp thêm Mg, người ta dùng bột MgO hoà tan bằng cacbonat thành $MgCO_3$ lạnh, hoặc một cách đơn giản là phân tán chúng ở 100°C.

Tuỳ theo sự phân tích nước thô, nhiệt độ và mức độ cần khử, người ta đã xây dựng được đồ thị cho biết mối quan hệ giữa các tham số này. Từ đó ta tính được liều lượng MgO (hình 34).

http://tieulun.hopto.org

Liều lượng này thay đổi ở quy trình lạnh từ 3,2 đến 1,8mg MgO/mg SiO_2 bị hấp thụ, đối với nồng độ ban đầu từ 20 đến 40mg/l.



Hình 34. *Khử silic ở bằng magiê II*

Trục tung: SiO2 (mg/l) trong nước thô và đã xử lý

Trục hoành: TMg chất kết tủa (mg/l) $CaCO_3$ và MgO tương đương (mg/l) nhiệt độ của nước từ 20°-30°C

Cách xác định: Từ việc phân tích nước, ta tìm từ đồ thị số lượng chất rắn magiê sẽ kết tủa theo phương pháp đã chọn.

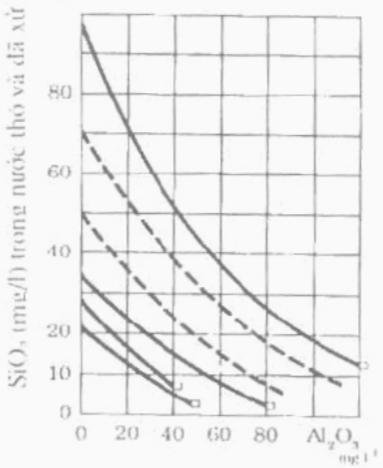
Ví dụ:

- 150mg/l độ cứng được kết tủa thành (tính theo $CaCO_3$);
- Hàm lượng silic SiO_2 của nước tự nhiên: 30mg/l;
- Hàm lượng silic của nước đã xử lý là 11mg/l.

2.2.2. Khử silic bằng aluminat natri

Phương pháp xử lý này được thực hiện ở quy trình lạnh (hình 35). Giá trị còn lại thu được cao hơn khi khử bằng MgO.

Liều lượng nhôm được tính bằng Al_2O_3 có trong nước lợ từ 2 đến 2,6mg/mg cho 1mg silic cũng kết tủa.



Hình 35. *Khử Silic bằng aluminat*

Trong quy trình làm mềm bằng vôi-xút của nước giếng khoan, lượng còn lại của SiO_2 sau xử lý đối với nước thô có hàm lượng ban đầu từ 20 đến 40mg/l silic được tổng kết ở bảng dưới đây. Chọn một trong hai phản ứng dựa vào hàm lượng Mg có trong nước thô, giá thành và lượng bùn tạo ra sau xử lý.

2.2.3. Khử silic bằng clorua sắt III

Sử dụng $FeCl_3$ kết hợp với aluminat có thể thu được nhôm còn lại trong nước từ 0,2 đến 0,3 mg/l với pH = 8,5 - 9 thay vì còn 1 -3mg/l khi chỉ dùng riêng aluminat.

http://tieulun.hopto.org

Chất phản ứng	Nhiệt độ °C	pH	SiO_2 (mg/l) còn lại
MgO	50 - 55	9,6 - 10	4 - 6
$Na AlO_2$	30 - 35	8,6 - 9,5	5 - 10

2.2.4. Keo silic

Mặc dù còn tranh cãi về bản chất hoá học của nó, nhưng ta đã biết các phân tử đất sét rất nhỏ có đặc tính tích điện dương. Hàm lượng đã phát hiện cỡ từ một vài trăm µg/l ở nước sông của các nước có khí hậu ôn hòa. Tuy vậy, nó có thể đạt đến nồng độ 10mg/l trong nước rò rỉ trong thủy luyện kim.

Ở một số nguồn nước tự nhiên, ta thực hiện các phương pháp khử sau:

- Bằng kết bông kép với hai đỏ pH khác nhau, cùng hấp thụ trên hydróxít kim loại;

- Bằng lọc trên bộ lọc phụ hạt hay lọc qua màng MF hay UF

Trong trường hợp rò rỉ (thuỷ luyện) ta lại quay trở lại phương pháp kết bông bằng chất trợ keo tụ các hạt trung hoà cùng với xử lý nước ở hạ nguồn.

2.3. Kết tủa kim loại

Đó là sự kết tủa của kim loại hoà tan thường gặp chủ yếu trong các chất thải của nhà máy xử lý bề mặt kim loại, nước rò rỉ của công nghiệp thuỷ luyện kim, nước làm sạch khí đốt than và lò thiêu rác sinh hoạt.

Phương pháp thường dùng nhất là làm kết tủa kim loại dưới dạng hydróxít bằng cách trung hoà đơn giản các chất thải axít. Đỏ pH kết tủa cực đại của tất cả kim loại không trùng nhau, ta tìm một vùng tối ưu của pH, giá trị từ 7 đến 10,5 tuỳ theo giá trị cực tiểu mong muốn của quá trình khu các kim loại gây độc hại.

Cũng kết tủa với cacbonat dưới dạng hydróxít cacbonat ít hoà tan, ngưỡng khu có thể được cải thiện, đó là trường hợp của kim loại chì. Giá trị còn lại của kim loại ion hoá thay đổi từ 0,1 đến 2mg/l tuỳ theo kim loại và không phụ thuộc vào hydroxít, chúng vẫn ở trạng thái keo phân tán tuỳ theo chất lượng kết bông và lắng. Hàm lượng dư thừa của các kim loại (Cd, Ag, Hg) ở một số nước quy định rất nghiêm ngặt, đòi hỏi giảm hàm lượng xuống nhỏ hơn 100ng/l. Sự kết tủa thực hiện dưới dạng hợp chất chứa lưu huỳnh rất ít tan, làm kết tủa các kim loại phức yếu (amoni hoặc một số phức chất của hữu cơ) trong vùng hẹp của đỏ pH.

Kết tủa này xảy ra với

http://tieulun.hopto.org

- Na_2S và dưới dạng keo sunfua yêu cầu phải có đồng thời hydróxít sắt để kết bông.

- Hoặc từ dẫn xuất của mercaptan hữu cơ, chúng làm cho kết bông dễ dàng hơn.

Ở trạng thái trung gian, ta có thể tận dụng sự dư thừa của một loại cation kim loại: Fe^{3+} hay Al^{3+} cho phép hấp thụ (Cd, Se, ngay cả B, As) hay dùng chất oxy hoá rất mạnh ở giai đoạn đầu để phá vỡ các phức mạnh như EDTA.

2.4. Các loại kết tủa khác

2.4.1. Sunphát

Kết tua sunphat được đặt ra trước khi xả nước thải vào cống thoát (có khả năng làm biến chất bêtông) hay nước tuần hoàn lại (cấu bẩn). Sunphat cũng được khử khỏi nước lợ hoặc nước trước khi đem chưng cất. Phương pháp thường dùng nhất có liên quan đến hàm lượng lớn SO_4^{2-} là kết tủa của thạch cao $CaSO_4.2H_2O$ lanh bằng cách cho thêm Ca^{2+} dưới dạng vôi (thường dùng khi nước có tính axít) hoặc $CaCl_2$ (nước lợ).

$$SO_4^{2-} + Ca^{2+} + 2H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O\downarrow$$

Trong hai trường hợp, kết tủa dạng tinh thể không đồng nhất là rất chậm. Để tránh quá bão hoà và sự nguy hiểm của kết tủa chậm, phản ứng phải xảy ra khi có một nồng độ lớn mầm tinh thể.

Nồng độ SO_4^{2-} nhận được phụ thuộc vào độ muối, độ hoạt tính của môi trường và phần Ca^{2+} đưa thêm (trong trường hợp vôi) bị hạn chế bởi độ axít cần phải trung hoà. Đồ thị của hình (Chương 8, mục 3, 2, 4.) cho ta độ lớn của sản phẩm hoà tan phát triển theo bản chất của muối hiện có. Ví dụ: ta thu được hàm lượng còn lại trong nước:

- Từ 2 đến 3g// SO_4 khi lọc nước muối với sự trợ giúp của $CaCl_2$;

- Từ 1,5 đến 2g// SO_4 khi trung hoà nước axít, không có $CaCl_2$.

Phương pháp thứ hai là kết tủa sunphat bari từ chất phụ gia $BaCl_2$. Đó tan dư thừa nhỏ hơn 20mg//, nhưng chất phản ứng này rất đắt và rất ít khi sử dụng.

2.4.2. Florua

Loại bỏ florua bằng kết tủa được thực hiện ở các loại nước có axít của việc làm sạch khí các lò thiêu đốt, hoặc luyện nhôm cũng như nước thải của công nghiệp chế biến axít phôtpho và thuỷ tinh. Trong các nhà máy này sự

http://tieulun.hopto.org

có mặt F^- luôn luôn liên quan đến nồng độ lớn silic làm thay đổi điều kiện kết tủa. Tác nhân trung hoà luôn luôn là vôi, có thể là phức chất $CaCl_2$, nếu muốn nhận được giá trị nhỏ cận của F còn lại trong nước:

$$2F^- + Ca^{2+} \rightarrow CaF_2\downarrow$$

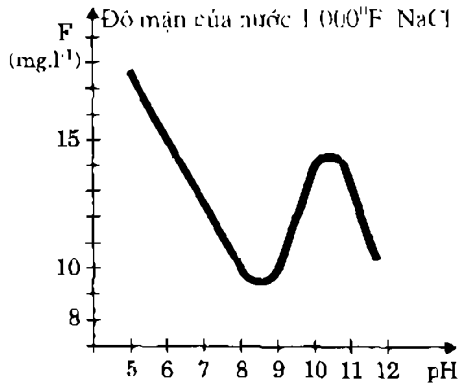
Với chất ô nhiễm chủ yếu chứa florua và sunfuaric hay clohyđric, chất kết tủa là bazơ của CaF_2 mà sự kết tinh và kết tủa của nó có giá trị trung gian giữa $CaCO_3$ và thạch cao. Xác định kích thước thiết bị này gần giống như xác định kích thước của thiết bị làm mềm bằng vôi, nhưng thời gian phản ứng lâu hơn. Khi kết tủa bằng riêng phần vôi đưa thêm, độ hoà tan của CaF_2 phụ thuộc vào độ pH đối với một độ muối cho trước (hình 36) và trình tự của quá trình:

- Từ 16-30mg/l đối với nước thải của xí nghiệp mạ điện;

- Từ 2-5mg/l cho chất thải của nhà máy sản xuất axít photphoric nhờ có hấp thụ F^- bởi hydroxyapatit;

- Từ 20 đến 40mg/l ở chất thải mặn;

- Nhôm hoà tan ở nồng độ đáng kể là một nguyên tố bất lợi. Ngược lại khi đồng kết tủa mạnh, $Al(OH)_3$ hay $Mg(OH)_2$ thì các hydroxít này hấp thụ các florua và làm giảm độ hoà tan của chất còn lại.



Hình 36. *Kết tủa florua bằng vôi trong môi trường NaCl*

- Với rất nhiều silic, phản ứng xảy ra đồng thời:

$$SiF_n^{2-n} + 4OH^- \rightarrow Si(OH)_4\downarrow + 6F^-$$

Nồng độ F thu được phụ thuộc vào nồng độ Ca^{2+} của môi trường. Sự kết tủa của keo silic rất chậm do chứa nhiều hydrat. Chính sự làm đặc bùn quyết định kích thước bể lắng.

http://tieulun.hopto.org

2.4.3. Phôtphát

Các muối phốt phát ở trong nước dưới nhiều hình thức và nồng độ khác nhau:

- Axít phôtphoric của nước thải các nhà máy sản xuất phốt phát, phản lần với HF và SiO_2;

- Phốtphát ở nước tháo nồi hơi;

- Polyphôtphát và hecxa metaphôtphát của chu trình làm lạnh;

Hai phương thức kết tủa có thể sử dụng:

- Cho nước thải axít: dùng vôi;

- Nước thải không có axít, dùng muối Al hoặc Fe (tạo ra từ phốt phát kim loại).

2.4.3.1. Kết tủa bằng vôi

Tuỳ theo độ axít ban đầu ta có hai phản ứng:

- Kết tủa đihydrô phốt phát canxi ở độ pH tối ưu từ 6 - 7:

$$2H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(PO_4H)_2\downarrow + 2H_2O$$

Hợp chất này lắng khá nhanh, nhưng có độ hoà tan dư cao (130-300mg/l P_2O_5 tuỳ theo nhiệt độ).

- Kết tủa phốt phát canxi III ở pH từ 9 - 12:

$$2Ca(PO_4H)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 2H_2O$$

Photphát canxi có độ hoà tan từ vài mg/l P_2O_5 nhưng dưới dạng keo. Nó kết tủa chậm khi không có chất phụ gia kết bông.

Magiê nếu có sẽ tác động phức tạp hơn:

- Khi pH nhỏ hơn 9, tính hoà tan của phốtphát canxi tăng với nồng độ;

- Khi pH trên 10, phốt phát canxi cùng kết tủa với magiê có cùng giá trị còn lại nhỏ hơn 1mg/l.

2.4.3.2. Kết tủa bằng Al^{3+} hoặc Fe^{3+}

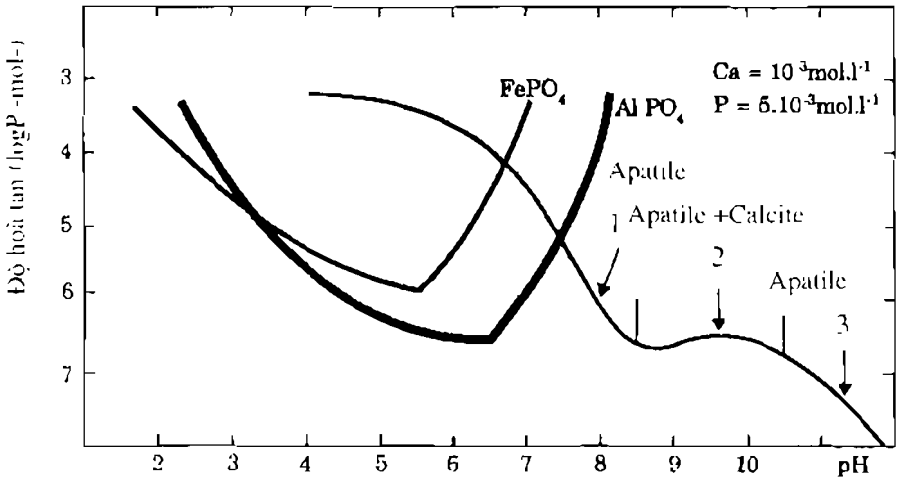
$AlPO_4$ và $FePO_4$ là các muối ít hoà tan nhưng kết tủa ở dạng keo. Kết tủa tạp chất được loại bỏ bằng hấp thụ trên mặt hydrôxít kim loại dư (hình 37).

Giá trị P dư thu được nhỏ hơn mg/l, nó cần theo một liều lượng muối sắt và nhôm khá cao:

Đo pH kết tủa phốt phát:

http://tieulun.hopto.org

Chất phản ứng	pH	Chú ý	Bản chất kết tủa
$Ca(OH)_2$	9-12	- Kết tủa	Hydrôxit apatit
Fe^{3+}	5	- Dư hydrôxit	Phốt phát +
Al^{3+}	6		Hydrôxit kim loại



Hình 37. *Đồ thị hoà tan của phôtphát sắt, nhôm và canxi phôtphát*

2.5. Ức chế kết tủa

Kết tủa hoá học có thể bị hãm lại bởi một số chất có sẵn trong nước. Đó là sự ức chế tự nhiên, nó gây nhiều phiền phức đến kết tủa mong muốn. Ngược lại, khi ta muốn tránh kết tủa thì sự ức chế này được tạo thành bằng cách cho thêm chất ức chế.

2.5.1. Ức chế tự nhiên

Hợp chất vô cơ hay hữu cơ có mặt đồng thời có thể tạo nên các hợp chất hoà tan tương đối với các ion để kết tủa, hoặc phân tán các sản phẩm kết tủa, hạn chế chúng bằng cách làm chậm lại hay dịch chuyển độ hoà tan.

• *Trong việc khử cácbônát*: Khử cácbônát ở pH cao, NH_4 dịch chuyển thành NH_3OH, nó làm tăng giá trị còn lại của TAC. Một số axít hữu cơ, humic hay fumvic tạo với canxi các hợp chất hoà tan làm tăng độ cứng còn lại trong nước

- Trong trường hợp nước mặt bị ô nhiễm do nước thải đô thị, sự có mặt của poly phốt phát (tác nhân tạo phức càng cua) làm chậm thời gian tạo mầm và sinh trưởng tinh thể, do đó chúng được phân tán dưới dạng keo.

• *Trong xử lý nước thải công nghiệp* như làm sạch khí, sự có mặt đồng thời cation kim loại (Ni^{2+}, Zn^{2+}...) và NH_4^+ xác định sự hình thành phức chất amon kim loại tương đối ổn định.

http://tieulun.hopto.org

• *Trong khử sát bằng hoá lý*, sự có mặt của silic làm tăng đáng kể thời gian kết tủa hydrôxít.

2.5.2. Ức chế sự phân tán

2.5.2.1. Những tính chất chính

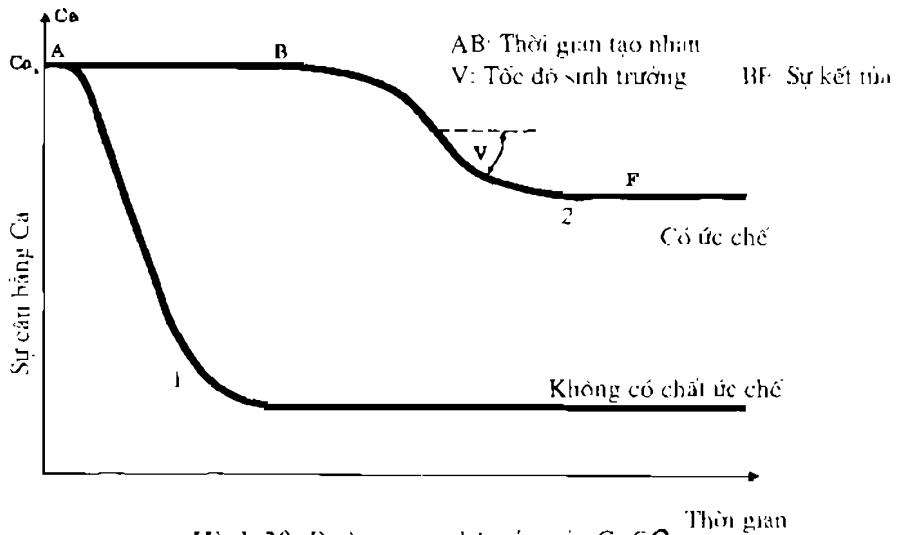
Các sản phẩm được dùng có những tác dụng khác nhau:

• *ức chế sự kết tinh* : Tác dụng chống đóng cáu cặn trong dung dịch quá bão hoà bằng chất phụ gia có liều lượng chất ức chế nhỏ cỡ mg/*l*. Nó kéo dài thời gian tạo mầm tinh thể và hãm sự sinh trưởng của mầm (hình 38). Đó là hiệu ứng ngưỡng.

• *Làm méo mạng tinh thể* : Tác động lên tốc độ sinh trưởng bằng thay đổi hình dạng khác nhau của chất kết tủa để có ít nguy cơ dính bám trên thành bình để tạo nên các cáu bẩn.

• *Khả năng phân tán* : Thường phải duy trì tình trạng lơ lửng của các hạt rắn có xu hướng đông tụ lại. Nó gây ra do sự hấp thụ trên bề mặt các hạt hoặc tác động lên các điện tích của chúng. Một số sản phẩm sử dụng một liều lượng lớn có khả năng hòa tan các muối của cáu bẩn bám trên thành thiết bị, (làm sạch từng phần hoặc giúp việc loại bỏ cáu cặn).

• *Khả năng tạo phức chất hòa tan cáu bẩn* : Tính chất sát nhập vào phân tử các amion hay cation để tạo ra hợp chất mới hoà tan ổn định, mặc dù có tác nhân kết tủa. Việc tạo phức chất cần một lượng lớn sản phẩm, ví dụ khoảng 50g photphát tính theo ^{o}F của canxi cho 1.000m^3 nước ở 20^{o}F của TH.



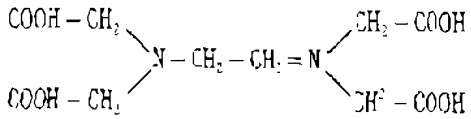
Hình 38. *Đường cong kết tủa của* $CaCO_3$

http://tieulun.hopto.org

2.5.2.2. *Các hợp chất chính*

• *Các phức chất hay phức càng cua*

Như EDTA (axit êtylen-diamin-têtraxeetic) và muối natri của chúng:



Chúng được dùng trước hết cho nước cấp nồi hơi có chứa các vết cứng hoặc khi làm sạch cáu bẩn, nhưng việc sử dụng cho đúng là quy trình rất khó. Để tiết kiệm trong xử lý dự phòng, ta ứng dụng "hiệu ứng ngưỡng" đặc biệt trong chu trình làm lạnh bằng cách sử dụng sản phẩm của họ khác.

• *Polyphốtphát*

Chúng là một họ quen thuộc nhất. Polyphốtphát thường có cấu trúc thẳng theo công thức chung $M_{n+2}P_nO_{3n+1}$. Số hạng thứ nhất của dãy muối natri là pyrophôtphát: $Na_4P_2O_7$, sau đó ba polyphốtphát $Na_3P_3O_9$, $NaPO_3$ hay $Na_5P_3O_{10}$.

Các Polymêta phốtphát có cấu trúc vòng và có công thức chung $(MPO_3)_n$. Các từ quen biết nhất là trimetaphotphat $(NaPO_3)_3$ và hexamêtaphốtphát $(NaPO_3)_6$. Các thương phẩm có tên gọi này thường là hỗn hợp mà tiên tỏ chỉ độ ngưng tụ trung bình. Tác dụng làm chậm rất mạnh đối với cacbonat canxi, ít hơn đối với magiê và suphat canxi.

Thông thường để ổn định nước có TH và TAC cỡ 20°F, người ta dùng khoảng 2g/m^3 polyphotphat. Liều lượng này tăng với TH, TAC, độ đục và nhiệt độ. Quy định của nước Pháp đối với nước uống: lượng polyphotphat lớn nhất chỉ bằng 5g/m^3 có trong P_2O_5

Các polyphotphat có trên thị trường ở 3 dạng chính:

- Polyphotphat tinh thể, dễ hoà tan;

- Polyphotphat "dạng thuỷ tinh";

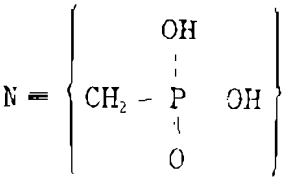
- Polyphotphat lỏng.

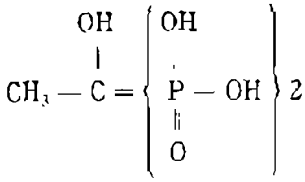
Các polyphotphat có thể tự phân huỷ dần bằng thuỷ phân tạo thành các ion octôphotphat PO_4^{3-}. Tốc độ thuỷ phân tăng với nhiệt độ, độ axít của môi trường mà người ta không thể nói chính xác ngưỡng phá huỷ các polyphotphat. Hiệu quả chống đóng cặn trở nên rất tốt bắt đầu từ 60°C. Ở nhiệt độ cao, nếu có canxi sẽ có nguy cơ tạo thành phốt phát ba canxi ít tan.

http://tieulun.hopto.org

• *Các dẫn xuất photpho hữu cơ*

Các phốt phát quen thuộc nhất được dùng rộng rãi trong chu trình làm lạnh. Người ta chia thành hai loại chính:





- AMP: axít amino-trimétylen phôtpho - HEDP: axít hydroxiêtan diphotpho

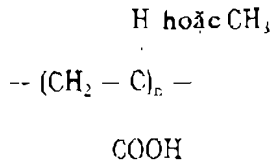
Các hợp chất này nói chung là thương phẩm dưới dạng dung dịch đặc. Chúng ổn định ở nhiệt độ lớn hơn 100°C và nhạy cảm với clo tự do. Nó không độc, tuy nhiên sử dụng nó trong nước uống, phải được sự đồng ý của người giữ trọng trách.

Liều lượng sử dụng thay đổi trước tiên theo đặc tính và điều kiện sử dụng nước và cung thay đổi theo loại thương phẩm, giá trị trung bình vào khoảng 1g/m^3 đối với P_2O_5 hay khoảng 10g/m^3 thương phẩm.

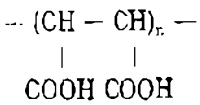
Liên kết P-C-P sẽ ổn định hơn so với liên kết P-O-P, và cho phép sử dụng chúng ở nhiệt độ lớn hơn 130°C như ở các thiết bị bay hơi.

• *Polyme hữu cơ tổng hợp*

Gần đây, chúng có một sự phát triển lớn trong lĩnh vực điều chế nước và có các họ chính sau:



- Loại acrylic hay mêtacrylic



- Loại maléic

Các pôlyme là hỗn hợp của các phân tử có kích thước khác nhau. Việc xác định một pôlyme khuyết phụ thuộc vào cách nhận biết khối lượng mol và sự phân bố khối lượng mol.

Một số tính chất cần biết:

- Đặc tính anion;

- Trọng lượng phân tử gần 10^3 cho việc khử cáu bẩn phân tán và 10^4 cho tác nhân phân tán;

http://tieulun.hopto.org

- Khả năng phân tán tốt hơn các polyphốtphát và photphonat;

- Ổn định tốt ở nhiệt độ (>150°C) và với clo;

- Dễ phân huỷ sinh học sau khi thải;

Cách tạo hình dạng gồm có các copolyme hay terpolyme để tăng cường hiệu quả tuỳ theo cách áp dụng;

• *Các tác nhân phân tán khác*

- Naphatalen và polystyren sulfonat có đặc tính anion, có thể kết hợp với polyphotphat và photphonat;

- Tanat natri dẫn xuất từ gỗ được dùng ở nồi hơi BP và MP với liều lượng 2g/m^3 cho 1°F của canxi .

3. LẮNG CẶN

Lắng là phương pháp thường dùng nhất để tách huyền phù và chất keo (được hợp lại dưới dạng bông cặn sau giai đoạn keo tụ-kết bông).

3.1. Các loại lắng khác nhau

Người ta phân biệt các loại lắng theo chất có thể lắng được như sau:

- *Các hạt riêng rẽ lắng* độc lập với nhau với tốc độ rơi không đổi.

- *Các phần tử kết bông* có kích thước và tốc độ lắng thay đổi. Khi nồng độ nhỏ, tốc độ rơi tăng dần dần cùng với sự tăng kích thước của các bông cặn do va chạm và dính kết với các phân tử khác. Đó là lắng các hạt keo tụ-kết bông. Đối với nồng độ cao hơn, có nhiều bông cặn tạo ra sự lắng của một lớp cặn và tốc độ lắng bị hãm lại, thường đặc trưng bằng mặt phân cách giữa bùn và chất lỏng nằm phía trên lớp cặn. Đó là lắng hạn chế hay lắng các tầng lắng lơ lửng.

3.1.1. Lắng các hạt riêng rẽ

Đó là trường hợp đơn giản nhất, rất dễ mô tả bằng các phương trình.

3.1.1.1. Lí thuyết chung

Khi một hạt cho vào một chất lỏng tĩnh, nó chịu tác dụng của trọng lực F_M và lực kháng của chất lỏng F_t gây ra do độ nhớt và quán tính:

$$F_M = (\rho_s - \rho_l)gV \qquad \uparrow F_t$$

http://tieulun.hopto.org

$$F_1 = \frac{C.s.\rho_l V^2}{2} \qquad \downarrow F_{A1}$$

Trong đó: ρ_s, ρ_l - Tỷ khối của hạt và chất lỏng;

d, s, v - Đường kính, diện tích và thể tích hạt;

V - Tốc độ lắng của hạt;

g - Gia tốc trọng trường;

C - Hệ số kéo (không thứ nguyên).

Trạng thái cân bằng thiết lập rất nhanh, sự lắng của các hạt giống như một quả cầu nhỏ chuyển động với tốc độ không đổi V_0: $V_0^2 = \frac{4}{3}\frac{(\rho_s - \rho_l)gd}{C\rho_l}$

3.1.1.2. Chế độ thuỷ lực

Giá trị của hệ số kéo C được xác định bằng sự rối, nó phụ thuộc vào tốc độ rơi. Sự rối được đặc trưng bằng số raynon xác định bằng công thức:

$$Re = \rho_l.V.d/\eta.$$

Trong đó: Re - Số Raynon, không thứ nguyên;

η - Độ nhớt động lực;

Khi Re nhỏ, lực ma sát nhớt lớn hơn lực quán tính.

Khi Re lớn, lực ma sát nhớt có thể bỏ qua.

Hệ số kéo được tính bằng công thức: $C = a.Re^{-n}$.

Với a và n là các hằng số cho trong bảng dưới đây.

Re	Chế độ	a	n	c	Công thức
$10^{-1} < Re < 1$	Chảy tầng	24	1	$24\ Re^{-1}$	Stốc
$1 < Re < 10^3$	Trung gian	18,5	0,6	$18,5\ Re^{-0,6}$	Ailen
$10^3 < Re < 2.10^5$	Chảy rối	0,44	0	0,44	Niu-tơn

Bảng trên cho ta các giá trị khác nhau của a, n và C phụ thuộc vào số Raynon. Các công thức ở dưới là cơ sở để tính toán chuyển động các hạt trong chất lỏng được dùng trong lắng gạn (hạt rắn trong chất lỏng, giọt nước trong không khí), trong sự nổi lên (bọt khí trong nước, giọt dầu trong nước), trong quay ly tâm và hoá lỏng.

Trong chế độ chảy tầng dùng công thức Stokes:

http://tieulun.hopto.org

$$Vo = \frac{g}{18\eta} \cdot (\rho_s - \rho_l) d^2 \text{ , (đơn vị SI)}$$

3.1.1.3. Hệ số dạng hình cầu

$$\text{Hệ số } \psi = \frac{\text{Thể tích hình cầu của cùng diện tích}}{\text{Thể tích hạt}}$$

Giá trị của ψ			
Cát	2	Thạch cao	4
Than	2,25	Phiến mỏng graphít	22
Hoạt thạch	3,25	Mica	170

Trong công thức trên cần phải thay $c=c'=\psi'.c$

3.1.1.4. Điều kiện giữ các hạt cát

• *Bể lắng đứng*

Các hạt mà tốc độ lắng cận lớn hơn tốc độ dâng lên của chất lỏng sẽ được giữ lại.

• *Bể lắng ngang*

- Cho một bể lắng chữ nhật chiều dài L, tiết diện ngang S (H: chiều cao, l: chiều rộng). Một lưu lượng Q chuyển động đều qua mặt cắt ngang S của bể.

- Tốc độ của một hạt đi vào ở đỉnh bể gồm hai thành phần:

V_l - Tốc độ nằm ngang của dòng chảy bằng Q/S;

V_0 - Tốc độ lắng thẳng đứng giới hạn cho bởi luật Stock.

Hạt này sẽ bị giữ lại trong bể khi:

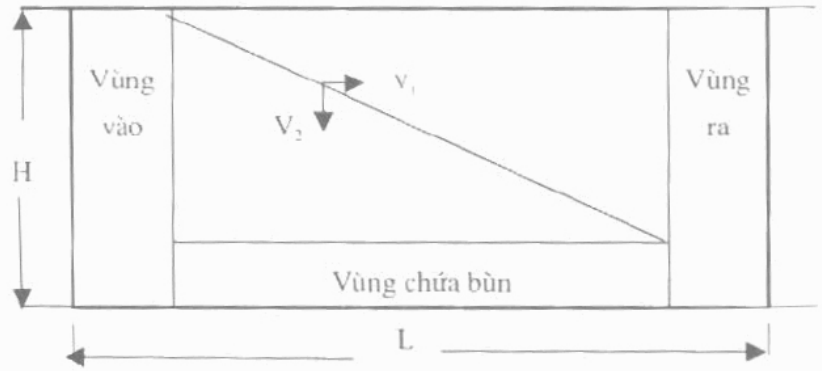
$$\frac{V_0}{H} > \frac{V_l}{L} = \frac{Q}{H.l.L}; \text{ hay } V_0 > \frac{Q}{S_H} = V_H .$$

Trong đó: S_H - Diện tích mặt bằng của bể;

V_H - Tốc độ Hazen (hoặc tải trọng thuỷ lực bề mặt).

Cần chú ý rằng V_H không phụ thuộc vào chiều sâu của bể. Tất cả các hạt có tốc độ lắng lớn hơn V_H sẽ bị sẽ bị loại bỏ (về mặt lý thuyết). Tuy nhiên, khi nước được phân bố trên tất cả chiều cao, một phần các hạt có tốc độ lắng V nhỏ hơn tốc độ Hazen cũng sẽ bị giữ lại với tỷ lệ V/V_H.

http://tieulun.hopto.org



Hình 39. *Sơ đồ lắng ngang (các phần tử hạt)*

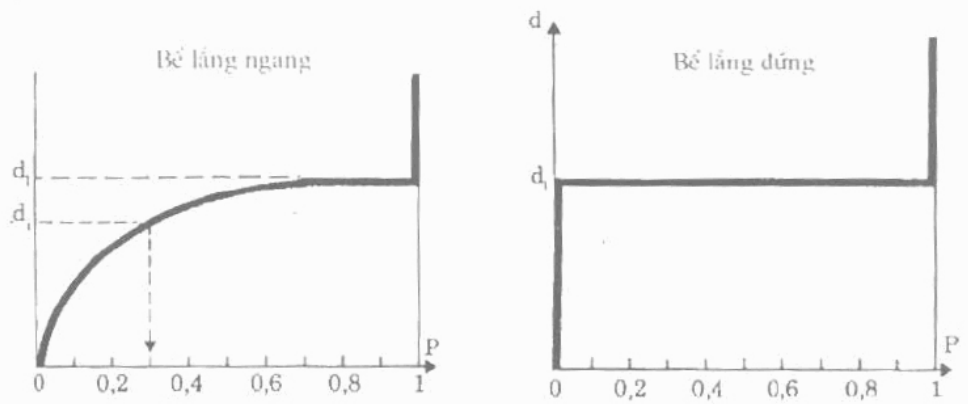
Trong bể lắng đứng, các hạt này không bị giữ lại. Theo lý thuyết, khi hai bể lắng có cùng diện tích bề mặt thì bể lắng dòng ngang cho phép tách được nhiều hạt hơn. (Hình 40).

Trong thực tế sự khác nhau không nhiều thậm chí ngược lại, với các lý do sau đây liên quan đến sự lắng trong dòng chảy ngang:

- Về mặt thủy lực rất khó phân bố đều trên toàn bộ mặt cắt ngang ở đầu vào và đầu ra của bể;

- Tích tụ và thu gom bùn;

- Trong bể lắng tròn dòng chảy ngang, từ tâm ra chu vi thành phần ngang của tốc độ các hạt (V_1) giảm từ tâm ra ngoài và quỹ đạo lắng trở thành đường cong.



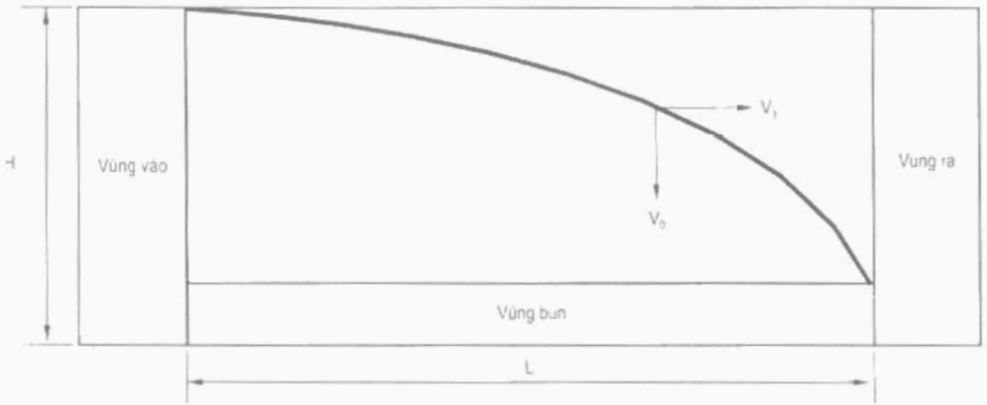
P. Các hạt được giữ lại theo đường kính d_1; d. Đường kính hạt.

Hình 40. *Hiệu quả của bể lắng ngang và đứng*

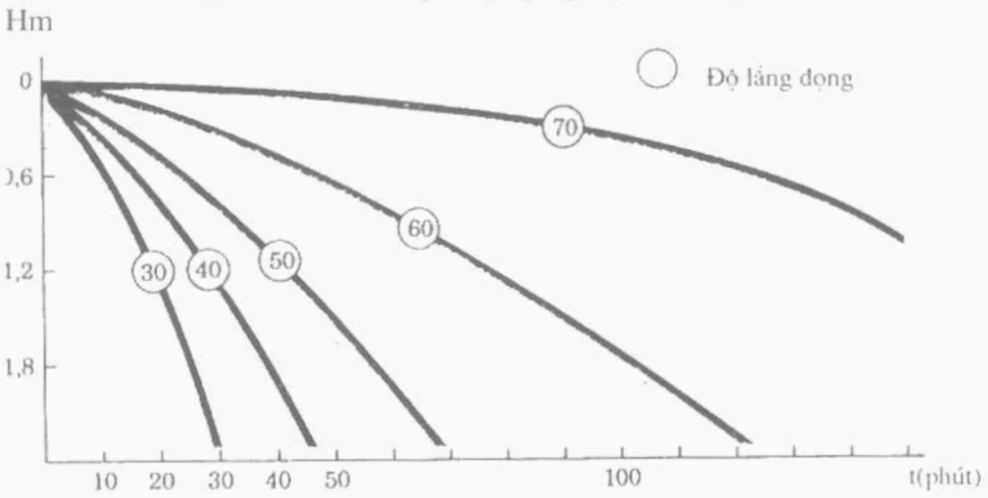
http://tieulun.hopto.org

3.1.2. Lắng các hạt kết bông

Khi lắng, quá trình kết bông vẫn tiếp tục, tốc độ lắng V_0 của các hạt tăng lên (hình 41). Quá trình này xảy ra ngay khi nồng độ bông cặn lớn hơn khoảng 50mg/l. Hiệu quả của lắng bông cặn keo tụ phụ thuộc không những vào tải trọng thuỷ lực mà còn vào thời gian tiếp xúc. Không có một công thức toán học nào để tính toán tốc độ lắng. Tốc độ này biết được từ các thực nghiệm và phương pháp đồ thị. Hình 42 trình bày các kết quả của một thử nghiệm.



***Hình 41**. Sơ đồ lắng dòng ngang (hạt kết bông)*



***Hình 42**. Ảnh hưởng của thời gian lắng và chiều cao bể lắng đến sự loại bỏ các phần tử kết bông trong bể lắng các hạt kết bông*

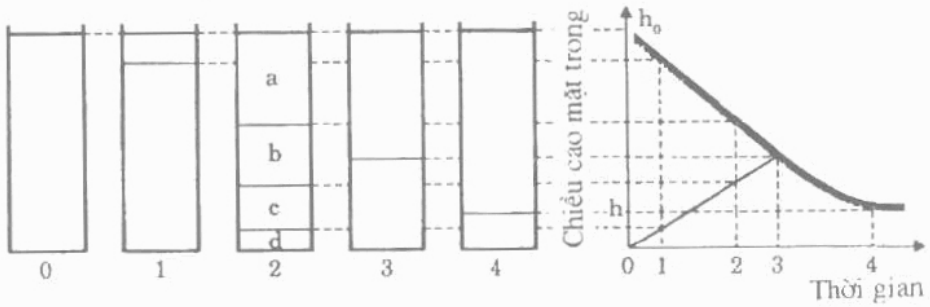
http://tieulun.hopto.org

3.1.3. Sự lắng hạn chế của bông cặn

Ngay khi nồng độ các phần tử kết bông đủ lớn, sự tương tác giữa chúng không bỏ qua được. Sự lắng bị hãm lại, các hạt liên kết với nhau tạo thành các đám mây cặn và xảy ra lắng hạn chế với sự hình thành một mặt phân cách rõ giữa các tầng cặn và lớp nước ở trên chúng. Hiện tượng này là đặc tính của bùn hoạt tính và những hạt kết bông hoá học lơ lửng khi nồng độ của chúng lớn hơn 500mg/*l*.

3.1.3.1. Quan sát hiện tượng lắng hạn chế

Khi thực hiện lắng hạn chế trong một ống có chiều cao và đường kính đủ lớn (nhỏ nhất ống nghiệm 1lít), ta nhận thấy hình thành bốn vùng (hình 43).



Hình 43. *Sơ đồ lắng hạn chế*

a) Vùng lọc trong, ở đây chất lỏng trong suốt; b) Vùng loại bỏ đồng đều có cùng dạng như dung dịch đưa vào với mặt phân cách a-b rõ rệt; c) Vùng quá độ (ít xuất hiện); d) Vùng cô đặc bùn, mà mức của nó tăng nhanh trước khi đó giảm chậm do bùn được nén.

Bắt đầu từ một trạng thái nào đó, vùng b và c biến mất. Đó là điểm tới hạn. Sự thay đổi chiều cao mặt phân cách a-b, sau đó b-d theo thời gian biểu diễn bằng đường cong Kynch.

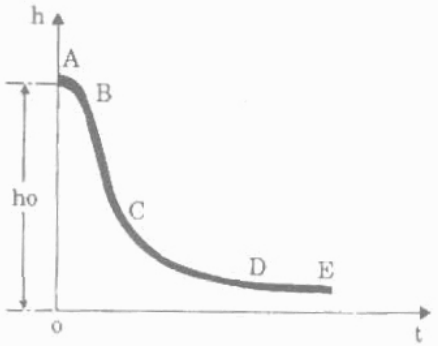
3.1.3.2. Đường cong Kynch (hình 44)

Giả thuyết cơ bản của Kynch là tốc độ rơi của một phần tử chỉ phụ thuộc vào nồng độ C của các hạt.

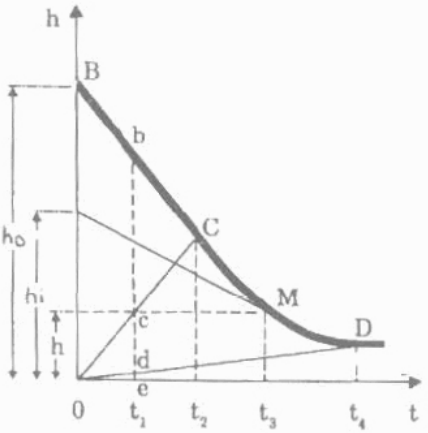
Từ A đến B bề mặt phân tách ít rõ ràng. Đó là pha hợp dính của các bông cặn. Pha này đôi khi không tồn tại. Từ B đến C, một phần đường thẳng, thể hiện tốc độ rơi V_0 không đổi (độ dốc của đường thẳng). V_0 phụ thuộc vào nồng độ ban đầu của MES và đặc tính kết bông của huyền phù. Khi nồng độ ban ban đầu C_0 tăng, tốc độ lắng V_0 giảm. Ví dụ: đối với bùn hoạt tính đô thị có nồng độ MES từ 1-4g/*l*, V_0 thay đổi từ 6 -18m/h.

http://tieulun.hopto.org

Đoạn CD lõm về phía trên tương ứng với việc giảm dần tốc độ rơi của mặt đỉnh lớp cặn. Bắt đầu từ D, các cục kết bông tiếp xúc với nhau và đè lên lớp dưới. Lí thuyết của Kench áp dụng cho đoạn BC và CD phù kín miền chính của quá trình lắng bùn hoạt tính.



Hình 44. Đường cong Kynch



Hình 45

3.1.3.3. Giải thích

Nếu ta xem các bông cặn lơ lửng mà quá trình lắng không có pha hợp đính (hình 45), thì việc tính toán chỉ ra rằng:

- Trong tam giác BOC, nồng độ và tốc độ rơi là không đổi và bằng giá trị ban đầu tại điểm B.

- Trong tam giác COD đường cong nồng độ tương đương là đường thẳng chạy qua gốc. Điều đó có nghĩa là: ngay tại thời điểm ban đầu của quá trình lắng, các lớp ở gần đáy nhất đã chuyển qua tất cả các nồng độ nằm giữa nồng độ ban đầu và nồng độ ở điểm D, tại đó quá trình nén cặn bắt đầu. Ở giữa lớp bùn có chiều cao eb, tại thời điểm t_1 có 3 vùng rõ rệt.

Vùng trên cùng b.c nồng độ và tốc độ lắng của cặn là đồng nhất và giữ nguyên trị số ban đầu C_0 và V_0

+ Một vùng trung gian cd, trong đó nồng độ tăng dần từ c đến d, còn tốc độ rơi giảm dần;

+ Vùng dưới de, ở đây các cục bùn kết bông tiếp xúc với nhau và chịu một lực ép;

+ Ở thời gian t_2 vùng phía trên biến mất, ở thời điểm t_4 chỉ còn lại vùng dưới.

Đối với điểm M của đoạn CD, hai nồng độ có thể xác định:

C'_M - Nồng độ ở mặt phân cách;

C_M - Nồng độ trung bình.

http://tieulun.hopto.org

Theo giả thuyết của Kynch: $C'_M = C_0 \frac{h_0}{h_i}$ và $C_M = C_0 \frac{h_0}{h}$.

Cả ba phần BC, BD và DE của đường cong Kynch (hình 44) được áp dụng để tính kích thước công trình lắng bị hạn chế. Pha BC tương ứng với phạm vi làm việc của bể lắng tiếp xúc. Pha CD có liên quan tới các công trình có đặc cặn (thiết bị tuần hoàn lại bùn đặc). Pha DE dùng để cô đặc bùn.

• *Chỉ số MOHLMAN chỉ số thể tích bùn (SVI)*

Một điểm đặc biệt được quan sát trên đường cong Kynch, đó là điểm có hoành độ bằng 30 phút: chỉ số MOHLMAN:

I_M - Dùng chủ yếu cho các đặc tính của bùn sinh học.

$$I_M = \frac{V}{M}$$

Trong đó: V - Thể tích của bùn sau 30 phút lắng (cm^3);

M - Huyền phù có trong thể tích này (g).

Đối với cùng một loại bùn, chỉ số mohlman phụ thuộc vào phần đặc tính hình học của ống thử, và đặc biệt là nồng độ ban đầu của bùn. Cho nên, để đảm bảo nếu cần phải pha loãng trước bùn với nước đã lọc sao cho thể tích cuối cùng gần bằng 250ml (trong ống thử 1lít). Duy trì khuấy chậm trong khi thử, được để ra trong khi thao tác và nhưng ích lợi của nó rất đáng kể. Bùn hoạt tính lắng tốt có chỉ số MOHLMAN từ 50 đến 100cm^3/g.

3.2. Tính toán thiết bị lắng

Diện tích bề mặt của một bể lắng được xác định bằng hai tiêu chuẩn:

- Tải trọng thủy lực bề mặt được đặc trưng bằng thể tích chất lỏng cần xử lý trên một đơn vị diện tích và thời gian ($m^3/m^2.h$);

- Tải trọng bùn cặn được đặc trưng bằng số lượng huyền phù cần phải lắng trên một đơn vị diện tích và thời gian ($kg/m^2.h$).

3.2.1. Ảnh hưởng của tải trọng thuỷ lực bề mặt

Tải trọng này liên quan trực tiếp đến vận tốc sự lắng của MES. Các mục trước đã chỉ ra rằng: tốc độ này được xác định bằng luật Stock trong trường hợp lắng các hạt riêng rẽ và có thể đánh giá dễ dàng trong trường hợp lắng các bông cặn keo tụ.

Kích thước bể lắng trong mọi trường hợp chỉ phụ thuộc vào tải trọng thuỷ lực bề mặt.

http://tieulun.hopto.org

3.2.2. Ảnh hưởng của tải trọng cặn

Trong trường hợp lắng bị hạn chế của các hạt kết bông, ở đây thông số có đặc bùn được xét đến, dòng bùn nói chung là thông số quy định, để tính toán diện tích lắng. Cho một bể lắng tiết diện S được cấp một lưu lượng vào Q_E với nồng độ MES là C_E, bùn được lấy ra từ ở phần dưới đáy với lưu lượng Q_S, nồng độ C_S. Khi không có phản ứng hoá học hoặc sinh học ảnh hưởng đến nồng độ MES và hiệu quả lắng là 100% ta có:

- Lưu lượng được xử lý $Q = Q_E - Q_S$;

- Cân bằng vật chất $Q_S C_S = Q_E C_E$ hay theo tải trọng bùn $\frac{Q_S C_S}{S} = \frac{Q_E Q_E}{S}$.

Khả năng lắng của các tải trọng bùn cho trong đường cong Kynch. Đối với điểm đặc biệt của đường cong Kynch có nồng độ C_i, tốc độ lắng V_i được cho bằng tang của tiếp tuyến với đường cong tại điểm này. Nó tương ứng với dòng bùn $F_i = C_i.V_i$

Ở dòng bùn F_i, cần phải thêm dòng lấy ra $F_s = C_i V_S$ với $V_S = Q_S/S$.

Dòng bùn toàn phần $F = C_i V_i + C_i V_S$.

Hình 46 chỉ ra sự thay đổi của các dòng bùn khác nhau.

Dòng bùn F có một cực tiểu F_L ứng với nồng độ tới hạn C_L, làm cho tiết diện của bể lắng là nhỏ nhất S_m: $S_m = Q_E C_E/F_L$.

Điểm đặc biệt L được xác định trực tiếp trên đường cong dòng bùn F (hình 46c) bằng:

$$\left(\frac{dF}{dC_i}\right)_L = \left(\frac{dF_i}{dC_i}\right)_L + V_S = 0$$

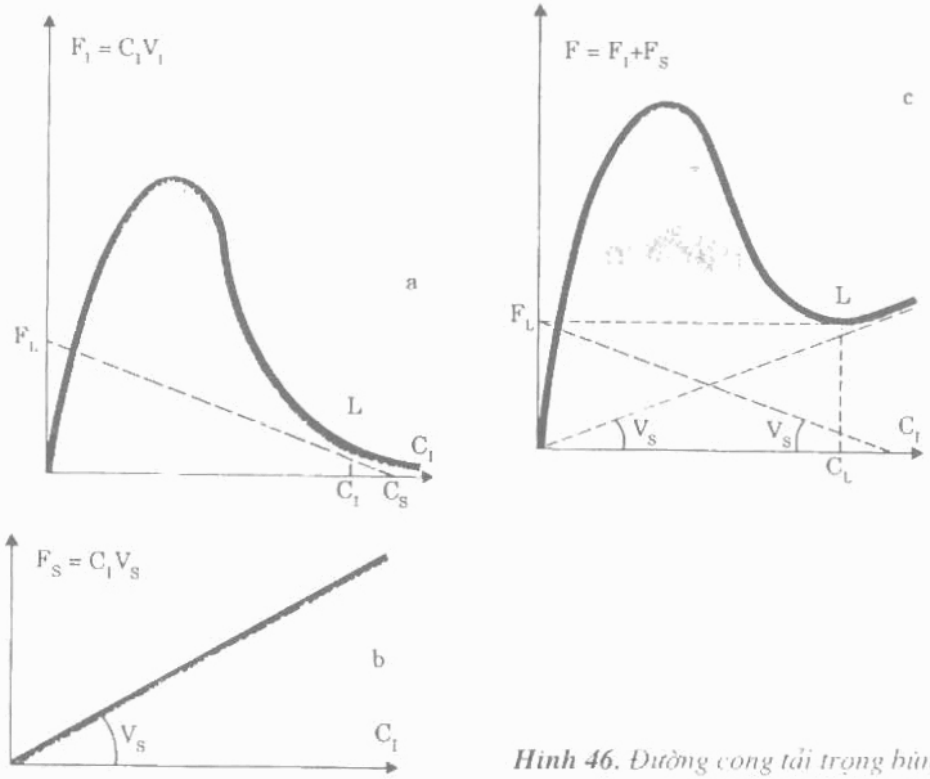
Điểm L là điểm của đường cong dòng bùn F_i mà tang của góc nghiêng tại điểm đó bằng giá trị tuyệt đối của tốc độ lấy ra V_S (hình 46a). Kết quả này có thể biểu thị sự khác nhau khi quan sát đường cong Kynch. Dòng bùn giới hạn F_i ở điểm L là:

$$F_L = C_L (V_L + V_S) = C_L \left(V_L + \frac{Q_E . C_E}{S} . \frac{1}{C_S}\right)$$

V_L - tốc độ lắng ở điểm L để cho quá trình lắng có thể xảy ra:

$$\frac{Q_E . C_E}{S} < \frac{V_L}{\frac{1}{C_L} - \frac{1}{C_S}}$$

http://tieulun.hopto.org



Hình 46. *Đường cong tải trọng bùn*

3.2.3. Cấu trúc của bể lắng

Trong thực tế không có bể lắng lý tưởng, các dòng xoáy sinh ra trong lòng chất lỏng, gió có thể tạo nên sóng bề mặt, dòng đối lưu liên quan đến sự chênh lệch nhiệt độ các vùng và sự chênh lệch mật độ có ảnh hưởng đến hiệu quả lắng. Cần phải cố gắng để đạt được chế độ chảy tầng và ổn định dòng bằng giá trị thích hợp của số Raynon: $R_e = V.d_h/v$.

Trong đó: R^*_e - Số Raynon đặc trưng cho dòng chảy;

V - Tốc độ dòng chảy của nước (m/s);

d_h - Đường kính thuỷ lực tương đương m.

v - Độ nhớt của nước m^2/s.

Với d_h = 4(Diện tích ướt)/ (Chu vi ướt);

Chú ý: bán kính thuỷ lực r_h của một ống dẫn được xác định bằng công thức:

r_h = (Diện tích ướt)/(Chu vi ướt)

Trong trường hợp ống dẫn tròn đều chảy đầy, đường kính thuỷ lực chính là đường kính ống dẫn. Giá trị số của Raynon phụ thuộc vào sự lựa chọn r_h

http://tieulun.hopto.org

hay d_h theo định nghĩa. Thực tế, chế độ đã quan sát xem như chảy tầng khi $R_e^* < 800$. Còn số Frut cho phép đánh giá tính ổn định của một quá trình lưu thông khi dòng chảy bị ảnh hưởng chủ yếu bởi lực hấp dẫn và quán tính:

$$F_r = V^2/gd_h$$

Dòng chảy càng ổn định, sự phân bố tốc độ càng giống nhau trên mọi điểm của tiết diện ngang của bể lắng. Dòng ổn định được đặc trưng bằng số Froude cao. Thực tế, ta có xác định tỷ số H/L hay H/R, H: chiều cao lớp nước của bể lắng hình chữ nhật có chiều dài L hay hình tròn có bán kính R, với thời gian lưu nước trong bể lắng 2 giờ, Schumitt Bregas đã đưa ra kết quả cho:

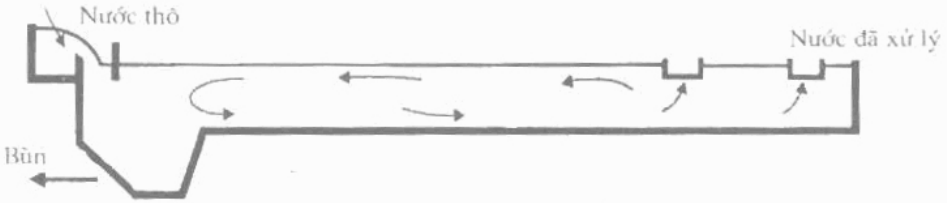
- Bể lắng chữ nhật dòng chảy ngang: $\frac{1}{35} < \frac{H}{L} < \frac{1}{20}$;

- Bể lắng tròn: $\frac{1}{8} < \frac{H}{R} < \frac{1}{6}$;

Hình dạng bể lắng, cách thức phân phối nước thô vào bể và thu nước đã lắng ra khỏi bể cũng như phương pháp thải bùn có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất thuỷ lực của bể lắng.

Trong trường hợp nước hoặc chất lỏng mang nhiều huyền phù, "dòng nước đậm đặc" có thể gây nên sự phân phối tốc độ lắng không phù hợp. Ví dụ như trường hợp bể lắng chữ nhật đã dùng để lắng nước chứa bùn hoạt tính (hình 47).

Các dòng đối lưu gây ra do tác dụng của nhiệt độ (mặt trời chiếu sáng, nước nóng) và các nhiễu loạn do dao động của muối (nước cửa sông, ERI) cần được cân nhắc khi xác định kích thước bể lắng (cũng như trong vận hành).



Hình 47. *Dòng chảy đặc trong bể lắng ngang*

3.3. Lắng lớp mỏng (LAMELLAE)

3.3.1. Nguyên lý:

Đối với bể lắng dòng chảy ngang, chỉ có một đại lượng cơ bản là diện tích mặt bằng S_H của bể lắng. Các hạt riêng rẽ được giữ lại ở bể lắng, nếu tốc độ lắng lớn hơn tốc độ Hazen V_H; $V_H = \frac{Q}{S_H}$.

http://tieulun.hopto.org

Về mặt lý thuyết giữ một phần tử lại không phụ thuộc vào chiều cao công trình. Như vậy, theo lý thuyết, lắng ngang có khả năng xử lý hoàn thiện nhất.

- Một lưu lượng nQ trong cùng một công trình bằng cách xếp chồng n tầng có chiều cao cơ bản H/n (hình 48a và b).

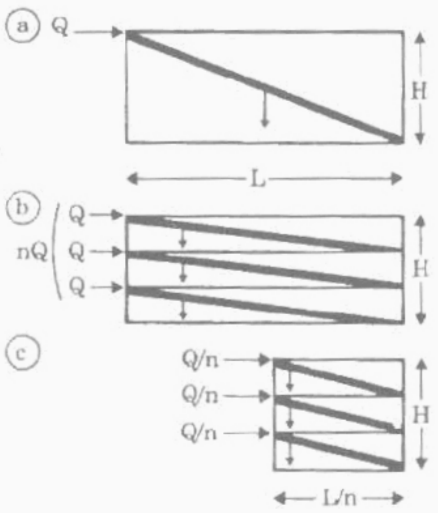
- Cùng một lưu lượng Q xếp chồng n tầng chiều cao mỗi tầng H/n và chiều dài L/n (hình 48a và c).

Trong thực tế, việc xếp chồng bể lắng ngang không có thiết bị cào bùn làm cho việc tháo bùn khó khăn và làm giảm hiệu quả của bể lắng.

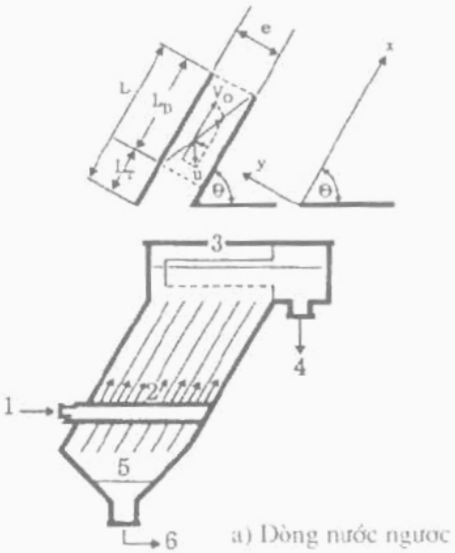
3.3.2. Khái quát

Lắng lớp mỏng là việc tăng diện tích tách nước-bùn trong một công trình. Như vậy, vị trí của các tầng (các ống hay các mặt song song) trong vùng lắng tạo ra một số lớn buồng lắng riêng biệt. Để bảo đảm tháo bùn cần phải đặt nghiêng các ô lắng một góc θ so với phương nằm ngang. Tương tự như định luật Hazen, tốc độ giới hạn lắng u_i trong mỗi phần tử:

$$u_i = \frac{Q}{nS_L \cos\theta}$$



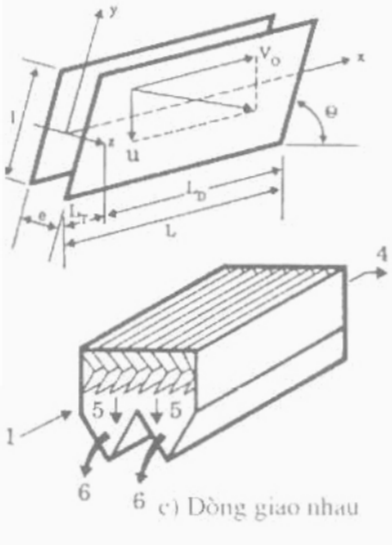
Hình 48. Lắng dòng chảy ngang



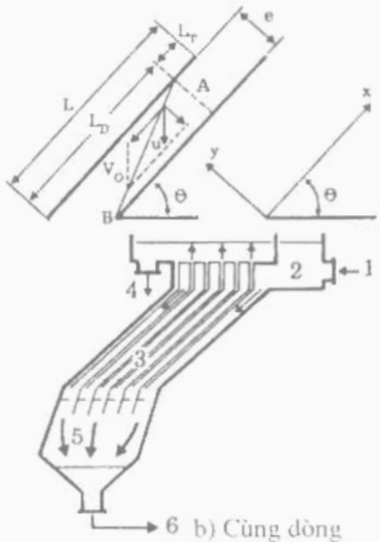
a) Dòng nước ngược

Hình 49a. *Lắng lớp mỏng dòng nước ngược với dòng bùn*

http://tieulun.hopto.org



c) Dòng giao nhau



b) Cùng dòng

Hình 49c. *Lắng lớp mỏng ở dòng chéo nhau*

Hình 49b. *Lắng tớp mong nước bùn cùng chiều*

1. Cửa vào nước kết bông; 2. Vùng phân phối; 3. Thu hồi nước đã lắng; 4. Cửa ra nước đã lắng; 5. Bể chứa bùn; 6. Cửa tháo bùn.

Trong đó : S_L - Diện tích mặt bằng của mỗi ô lắng;

n - Số ô lắng.

Có 3 loại lắng lớp mỏng (hình 49).

- *Lắng gạn ngược dòng* (bùn và nước chuyển động ngược chiều nhau).

$$u_i = \frac{Q}{n.l.(L\cos\theta + e\sin\theta)}$$

- *Lắng cùng chiều* (bùn và nước chảy cùng chiều từ cao xuống thấp).

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

- *Lắng dòng chéo nhau* (nước và bùn chảy vuông góc với nhau).

$$u_i = \frac{Q}{n.l.L.\cos\theta}$$

Trong đó: L - Chiều dài ô lắng;

l - Chiều rộng ô lắng; S= *l*.L.

e - Khoảng cách theo chiều cao giữa hai tầng lắng (khoảng cách vuông góc).

http://tieulun.hopto.org

Công thức này không tính đến sức cản thuỷ lực và sức cản từ cửa vào đến cửa tháo các chất đã lắng.

3.3.3. Nghiên cứu lý thuyết

• *Phân bố tốc độ không đồng đều*

Cho một hệ thống ô lắng lớp mỏng đặt trong bể lắng. Việc phân bố tốc độ trong chế độ chảy tầng có dạng parabôn, trong hệ tọa độ đã chọn, phương trình biểu diễn hệ thống dòng gạn ngược như sau (hình 50):

$$\frac{v}{v_0} = A(Y - Y^2); \quad S_C = \frac{u_1}{v_0}(\sin\theta + L\cos\theta)$$

Trong đó:

v - Tốc độ dòng chất lỏng ở điểm đã cho;

v_0 - Tốc độ trung bình của chất lỏng theo hướng Ox.

u_0 - Tốc độ đi lên trung bình (thành phần thẳng đứng của v_0 hay $v_0\sin\phi$);

u_1 - Tốc độ lắng cực tiểu để giữ lại một hạt trong hệ thống;

L - Tỷ số l/e, *l* là chiều dài của một phần tử theo dòng chảy, còn gọi là chiều dài quy đổi;

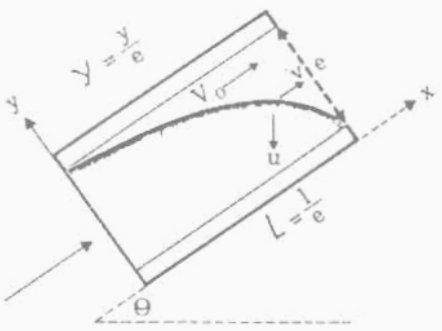
Y = y/e, tung độ của hạt theo hướng trục Y, cũng gọi là tung độ quy đổi;

e - Khoảng cách giữa hai tầng; (Theo chiều vuông góc)

A và S_C - Các tham số phụ thuộc vào loại phẳng hay ống.

Chiều dài lắng cần thiết l_0 để tách các hạt có tốc độ lắng U_L là :

$$l_D = e\left[\frac{S_C}{\cos\theta.\sin\theta} \times \frac{u_0}{u_1} - \mathrm{tg}\theta\right];$$



	A	S_C
Ống tròn	8	4/3
Tấm phẳng song song	6	1
Ống vuông	-	11/8
Ống lục giác	-	4/3

Hình 50. *Quỹ đạo một hạt bị giữ lại*

http://tieulun.hopto.org

• *Ổn định chế độ lắng tạo chế độ chảy tầng*

Công thức trên xem như chế độ chảy tầng ngay từ đáy ô lắng. Trong thực tế cần phải đưa thêm chiều dài quá độ l_T sao cho chất lỏng từ chảy rối sang chảy tầng. l_T được xác định theo công thức.

$$L_T = a.d_h R_e^*$$

Trong đó: a - Hằng số (bằng 0,028 theo Schiller);

d_h - Đường kính thuỷ lực;

R_e^* - Số Raymon.

Chiều dài tổng cộng cần thiết là:

$$l = e \left\{ \frac{S_c}{\cos\theta.\sin\theta} \times \frac{u_0}{u_1} - tg\theta + \frac{0,028.d_h^2}{\nu.\sin\theta} \times \frac{u_0}{3600} \right\}$$

Trong đó đơn vị tính là: e, l (m) ; u_0, u_1 (m/h); ν(m^2/s)..

Ngược lại, có thể dùng công thức này để tính khả năng lắng của bể lắng đã có với lưu lượng đã cho.

3.3.4. Ứng dụng thực tế

• *Chọn kiểu lắng lớp mỏng (lamellae)*

Lắng ngược dòng cho phép tổ chức hệ thống thuỷ lực đơn giản nhất và chắc chắn nhất. Ngược lại, lắng cùng chiều gặp phải khó khăn hơn khi thu hồi nước đã lắng. Trong lắng dòng chéo việc phân bố đồng đều dòng thuỷ lực là khó khăn.

• *Chọn cấu trúc các modun lắng lamellae*

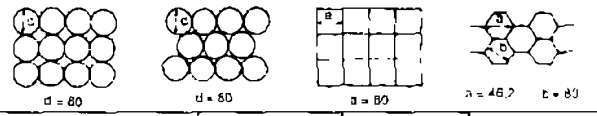
Phần lớn các mẫu đã có sẵn như: tấm phẳng uốn sóng, ống tròn, ống vuông, gấp khúc, môđun lục giác. Để so sánh các cấu trúc khác nhau Cần phải xem xét các thông số gần đúng u_1.

$$u_1 = \frac{Q}{n.S_L.\cos\theta} = \frac{u_0.S_H}{n.S_L\cos\theta}; \quad \text{hoặc} \quad \frac{u_1}{u_0} = \frac{S_H}{n.S_L.\cos\theta}$$

Tỷ số này phụ thuộc vào loại kết cấu của môđun. Như vậy với đường kính thuỷ lực như nhau, kết cấu có chiều dài 1,5m đặt nghiêng 60°, môđun lục giác có diện tích hình chiếu lớn nhất.

http://tieulun.hopto.org

Dạng cấu trúc tấm phẳng song song cũng có diện tích lớn nhất, nhưng phải giữ ở độ cao hợp lý, và nó chỉ có thể làm việc tốt khi khoảng cách giữa các tấm phải nhỏ. Điều đó làm nguy hại đến độ tin cậy của thiết bị. Ngoài ra đặt các tấm phẳng phải có các giá đỡ, thanh giằng, chúng là các yếu tố gây nhiễu loạn thuỷ lực, tạo điều kiện thuận lợi cho bùn bám vào.

Kiểu cấu trúc	Ống tròn xếp thẳng hàng	Ống tròn xếp so le	Ống vuông	Môđun lục giác
Đường kính thuỷ lực (mm)	80			
Hình dạng				
$\frac{u_L}{u_U}$	6,4	7,4	8,1	10,8

3.3.5. Kết luận

Hiệu quả thuỷ lực của môđun lục giác lớn hơn các cấu trúc ống khác và tấm phẳng song song. Các mô đun này làm giảm đáng kể nguy cơ lắng đọng cặn và có diện tích bề mặt lớn. ĐEGREMONT dùng các môđun với đường kính thuỷ lực giữa 80 và 50mm, tuỳ theo trường hợp.

4. TUYỂN NỔI

4.1. Tính nổi và tốc độ nổi

4.1.1. Khái quát:

Ngược lại với lang, tuyển nổi là một phương pháp tách rắn - lỏng hay lỏng- lỏng. Nó được áp dụng để tách các hạt có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng chất lỏng chứa nó.

- Nếu sự khác nhau tỷ trọng tự nhiên đủ để tách, ta gọi là tuyển nổi tự nhiên;

- Tuyển nổi gọi là trợ giúp, nếu nó sử dụng phương tiện ngoài để cải thiện việc tách các hạt có khả năng nổi;

- Tuyển nổi gọi là kích hoạt, khi tỷ trọng của các hạt lớn hơn tỷ trọng chất lỏng, ta tìm cách giảm nhân tạo tỷ trọng các hạt này bằng cách lợi dụng khả năng mà một số hạt rắn (lỏng) liên kết với các bọt khí để tạo nên các "hạt khí" có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng chất lỏng mà chúng tạo ra pha phân tán. Hiện tượng trên là hiện tượng 3 pha (khí-lỏng-rắn), nó phụ thuộc vào đặc tính hoá lý của ba pha, đặc biệt là bề mặt phân cách. Ở quy mô sản xuất công nghiệp, luôn có một số trùng lặp giữa các phương pháp.

http://tieulun.hopto.org

4.1.2. Kích thước và tốc độ các bọt khí

• *Tốc độ nổi lên của các bọt khí trong nước chảy tầng* cho bởi phương trình STOCK. $V = \frac{g}{18\eta} \cdot (\rho_l - \rho_g) \cdot d^2$

Trong đó: d - Đường kính bọt khí;

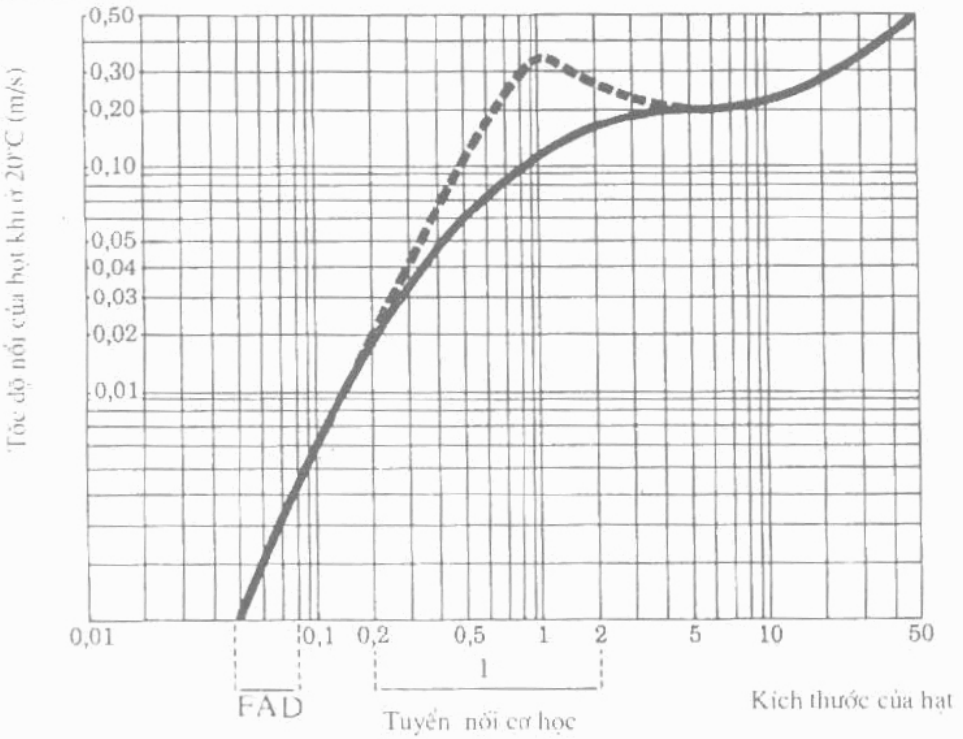
ρ_g - Tỷ trọng khí;

ρ_l - Tỷ trọng chất lỏng;

η - Độ nhớt động lực.

• *Thuật ngữ:* Trong lĩnh vực xử lý nước dùng thuật ngữ tuyển nổi, tuyển nổi kích hoạt sử dụng các bọt khí, bọt khí rất nhỏ có đường kính 40-70micron tương tự như ở trong "nước trắng" được cấp từ vòi nước của mạng cấp nước dưới áp suất mạnh. Đó là phương pháp tuyển nổi khí hoà tan.

Ngược lại trong luyện kim ta dùng từ tuyển nổi cơ học để mô tả việc dùng khí phân tán để tạo ra các bọt có đường kính 0,2 đến 2mm. Chúng có các ứng dụng rất phong phú. (hình 51) chỉ ra sự thay đổi tốc độ nổi lên của bọt khí phụ thuộc vào đường kính của chúng. Các bọt khí đường kính 50micron có tốc độ nổi cỡ 6m/h, trong khi đó các bọt đường kính vài mm có tốc độ lớn hơn 100 lần.



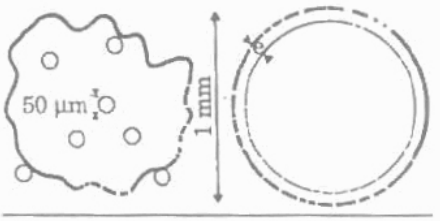
Hình 51. *Tốc độ nổi của bọt khí trong nước*

http://tieulun.hopto.org

4.1.3. Sự móc nối hạt vào bọt khí

4.1.3.1. Tốc độ nổi

Hình 52. *Sơ đồ móc nối các hạt vào bọt khí*



1. Bọt nhỏ trong vón kết bông:
   bông cặn 1mm; Bọt: 50µm;
2. Cục vón tương đương có lớp khí bao quanh chu vi

Phương trình Stokes có khả năng được áp dụng với chú ý sau:

d - Đường kính "móc nối + hạt + bọt khí";

ρ_g - Được thay bằng ρ_S, tỷ trọng của hạt móc bọt khí.

Hệ số hình dạng hay tính hình cầu của tập hợp "hạt-bọt khí" cũng phải được tính đến ảnh hưởng có lợi của kích thước "hạt - bọt khí" biểu thị bằng đường kính của hình cầu tính theo tỷ số:

(Diện tích/Thể tích) hay (Diện tích/Khối lượng) sẽ giảm khi đường kính hạt này tăng. Từ đó suy ra rằng đối với cùng một lượng khí gắn vào cho một đơn vị diện tích, để làm giảm hệ số $(\rho_L - \rho_S)$, cần phải tối ưu hoá.

4.1.3.2. Đánh giá tổng quát về kích thước của bọt khí

Để tách các hạt đông tụ, cần phải sử dụng các bọt khí rất nhỏ với lý do sau:

- Sử dụng các hạt vài milimet làm cho lưu lượng khí tăng lên quá nhiều so với bọt khí nhỏ, khi ta muốn có sự phân bố đồng đều các bọt khí trên tất cả tiết diện ngang. Đồng thời việc tăng lưu lượng khí sinh ra dòng xoáy nhiễu loạn.

- Tăng nồng độ bọt khí có lợi cho khả năng cọ sát các chất rắn và bọt khí. Mặt khác tốc độ nổi của bọt khí rất nhỏ trong khối lượng lỏng cho phép chúng liên kết trện các mảnh vỡ của các bông keo tụ. Sự móc nối này đòi hỏi đường kính của bọt khí phải nhỏ hơn là đường kính các hạt lơ lửng hay các bông cặn.

Để tách các hạt có liên kết thành cục hoặc màng lớn hơn các bông cặn keo tụ và nhẹ hơn nước, người ta dùng các bọt khí có kích thước lớn hơn. Đó là trường hợp tách mỡ.

4.1.3.3. Thể tích khí tối thiểu để làm nổi các chất

Thể tích khí tối thiểu V_g, tỷ trọng ρ_g cần thiết để làm nổi một hạt khối lượng S và tỷ trọng ρ_S trong một chất lỏng tỷ trọng ρ_L cho bởi quan hệ:

$$\frac{V_g}{S} = \frac{\rho_s - \rho_g}{\rho_L - \rho_g} \times \frac{1}{\rho_g}$$

http://tieulun.hopto.org

4.1.3. 4. Tầm quan trọng về chất lượng của chất kết tủa bông

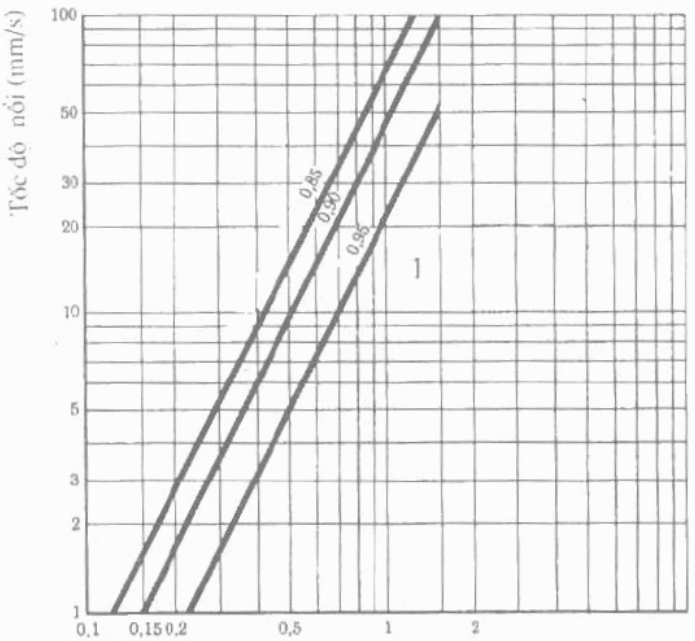
• *Kết bông hoá lý* : Tuyển nổi thường kết hợp với kết bông trước. Hình dáng của các hạt kết bông là điều kiện tiên quyết cho hiệu quả của quá trình bám vào của bọt khí. Sự móc bọt khí vào các hạt kết bông làm to thêm các cục vốn và cũng tăng thêm bề mặt các hạt. Do đó cải thiện được sự móc nối của bọt khí và làm tăng tốc độ nổi của hạt + bọt khí.

• *Kết bông sinh học:* Chất lượng kết bông sinh học ảnh hưởng một cách chắc chắn đến hiệu suất tuyển nổi (hydrat hoá, hoạt tính bề mặt, chỉ số MOHLMAN, kích cỡ cục động tụ...). Đặc biệt bùn hoạt tính đã kết thành cục rất khó làm nổi.

4.2. Tuyển nổi tự nhiên và tuyển nổi có hỗ trợ

4.2.1. Tuyển nổi tự nhiên: Tuyển nổi tự nhiên thường dùng trong tất cả các quá trình loại bỏ sơ bộ dầu mỡ. Phương pháp tuyển nổi (hai pha) có thể phải tiến hành trước sự kết dính (cho phép liên kết các hạt nhỏ thành hạt lớn) để tuyển các hạt có kích thước nhỏ nhất thuận lợi cho việc tách. Hình 53 chỉ ra tốc độ nổi của các giọt hydrôcacbua có kích thước khác nhau. Các giá trị dùng làm cơ sở để tính toán loại bỏ dầu.

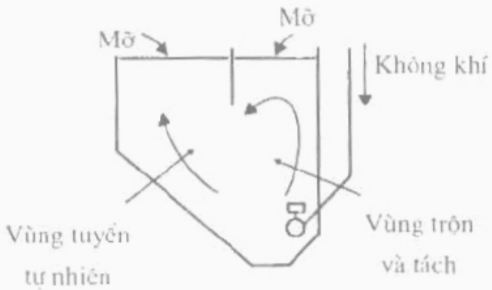
Tuyển nổi tự nhiên có thể sinh ra khí do quá trình lên men, đó là trường hợp của "váng bùn" sinh ra khi phân huỷ bùn. Nó có nồng độ MS từ 20-40%, do đó tỷ trọng chỉ là 0,7-0,8Kg/*l*.



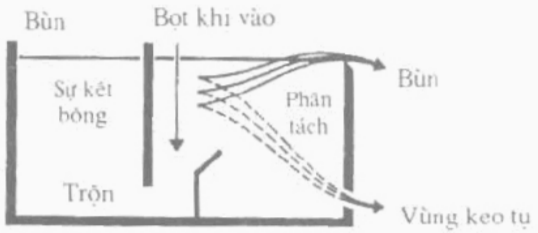
1. Nước trong ở 15°C ; Tỷ khối của dầu: 0,85; 0,90; 0,95.

Hình 53. *Tốc độ nổi của giọt dầu trong nước.*

http://tieulun.hopto.org



Hình 54. Nguyên lý loại bỏ mỡ bằng tuyển nổi bọt



Hình 55. Sơ đồ tuyển nổi bằng khí hoà tan

4.2.2. Tuyển nổi có hỗ trợ

Việc để tuyển nổi tự nhiên được đẩy mạnh bằng việc thổi bọt khí vào giữa khối lỏng. Phương pháp này có liên quan đến việc tách mỡ (hạt rắn) phân tán trong chất lỏng (nước thải). Nói chung công trình gồm hai phần, một vùng trộn và tạo nhũ, vùng khác yên lặng hơn gọi là vùng làm nổi. Để loại bỏ sơ bộ mỡ, không khí được thổi từ các vòi phun tạo bọt trung bình (2-4mm) gây nên một dòng xoáy để tách các hạt cặn vô cơ hay hữu cơ đông tụ với mỡ (hình 54). Để loại bỏ mỡ mạnh hơn, không khí phun vào được chia thành các hạt nhỏ (0,5-1mm) bằng một máy khuấy cơ khí nhúng chìm, phần chuyển động của thiết bị bảo đảm trộn đều mỡ và tách ra khi bọt khí nổi lên. Hiệu quả bay lên của bọt khí kéo theo các hạt mỡ lên bề mặt, và làm dễ dàng cho việc tích tụ chúng lại . Đó là tuyển nổi có hỗ trợ.

4.3. Tuyển nổi cơ học và tuyển nổi bằng bọt khí

Phương pháp này được thực hiện dưới các điều kiện rất khác nhau trong quá trình tuyển nổi bằng khí hoà tan và phụ thuộc vào kích thước và mật độ các hạt rắn, và của bọt sử dụng, điều kiện trộn. Các chất phản ứng được dùng để làm thay đổi sức căng bề mặt.

Sự phân tán cơ học của các bọt khí có đường kính từ 0,2-2mm được dùng để tách và cô đặc bã quặng. Quặng đã nghiền có kích cỡ chung nhỏ hơn 0,2mm được loại bỏ trong nước có chứa các tác nhân thu gom, tác nhân hoạt hoá hay tác nhân kìm hãm. Việc thực hiện cần một số các ngăn đặt nối tiếp. Mỗi ngăn trang bị một tổ hợp stato-rôto dùng một năng lượng đáng kể, với năng lượng này các cụm kết bông hydrôxit sẽ không tồn tại được.

Trong xử lý nước chứa dầu (trong công nghiệp tinh chế dầu) tách bỏ dầu bằng tuyển nổi cơ học được gọi là tạo bọt. Nó nhận được bằng các chất phụ gia keo tụ hữu cơ và tác nhân phá nhũ. Thiết bị tuyển nổi gồm ba hoặc bốn ngăn nối tiếp. Tạo bọt bằng cách thổi khí đơn giản cũng có thể dùng để tách tác nhân hoạt tính bề mặt.

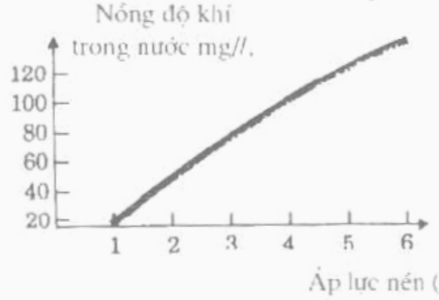
http://tieulun.hopto.org

4.4. Tuyển nổi bằng bọt khí nhỏ

Như đã biết trong phần trước, đó là tuyển nổi bằng không khí hoà tan (hình 55).

4.4.1. Cách tạo các bọt nhỏ

Nén hỗn hợp khí nước dưới áp suất nhất định để tạo ra các bọt khí nhỏ là biện pháp kĩ thuật phổ biến. Các bọt khí thu được bằng cách làm dãn nở một dung tích chứa nhiều khí hoà tan dưới áp suất vài bar. Bản chất của cơ cấu giãn nở có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng của bọt khí tạo ra. Đường cong trên hình 56 chỉ ra nồng độ khí của nước bão hoà khí với áp suất khác nhau ở 20°C. Chất lỏng được nén để hoà tan khí vào có thể là nước thô (nén toàn bộ dòng) hay nước đã xử lý tuần hoàn lại (nén dòng tuần hoàn).



Hình 56. *Độ hoà tan của không khí trong nước ở 20°C*

- Trong xử lý làm trong nước mặt hay nước thải công nghiệp dùng quy trình nén dòng tuần hoàn. Lưu lượng nước tuần hoàn chỉ là một phần của lưu lượng định mức của thiết bị. Nó chiếm khoảng 10-50% lưu lượng cần xử lý với áp suất cỡ 3-6bar. Lượng khí nước hoà tan vào nước vào khoảng 70% của lượng khí hòa tan bão hoà vào nước ở áp suất đã cho. Tiêu thụ khí nén thay đổi giữa 15 và 50/ không khí cho m^3 nước đã xử lý;

- Trong trường hợp có đặc bùn (trạm lọc nước uống hay nước thải), có thể áp dụng quy trình nén toàn bộ dòng hay nén dòng tuần hoàn và lượng không khí tiêu thụ lớn hơn nhiều.

Tuyển nổi bằng điện: Thực hiện bằng cách tạo ra các bọt (H_2 hay O_2) bằng điện phân nước bằng các điện cực thích hợp. Anốt bị ăn mòn mạnh còn catốt bị bám cặn do khử cacbonát. Khi cần bảo vệ anốt yêu cầu dùng titan bảo vệ, không có khả năng theo chu kì đảo ngược các điện cực để tự làm sạch.

Xử lý nước bằng hoá học trước hay loại bỏ cáu cặn ở catốt theo định kì cần được dự kiến trước. Mật độ dòng điện từ 80-90Ampe-h/m^2 bề mặt của bể tuyển nổi. Khí sinh ra khoảng 50-60 lít/h cho 1m^2 bề mặt. Tốc độ nổi nhỏ hơn là tuyển nổi bằng không khí hoà tan do đặc tính của bọt khí và hệ thống tạo ra chúng.

http://tieulun.hopto.org

4. 4.2. Lĩnh vực áp dụng:

Các ứng dụng của FAD trong lĩnh vực xử lý nước rất phong phú:

- Loại bỏ chất kết bông trong xử lý nước mặt (đối với nước có hàm lượng chất lơ lửng nhỏ và nhẹ);
- Tách và thu hồi sợi của nước thải nhà máy làm bột giấy;
- Tách dầu có hoặc không kết bông trong nước thải của nhà máy lọc dầu, sân bay, luyện kim;
- Tách hydrôxít kim loại hoặc bột mầu trong xử lý nước thải công nghiệp
- Cô đặc bùn xả ra từ xử lý sinh học nước thải, hoặc từ bể lắng nước uống (ví dụ từ PULSATOR);
- Làm trong nước bùn hoạt tính.

Tốc độ tách hay tốc độ rút nước ở phần dưới các bể tuyển nổi thay đổi phụ thuộc vào bản chất của cặn, cần phải xử lý và phương pháp tạo và phân phối các bọt khí nhỏ.

Đối với một thiết bị đã cho, tốc độ chấp nhận được của dòng nước đi xuống để lấy ra tải trọng bùn trong trường hợp có đặc) và nồng độ bùn đã nổi, bị ảnh hưởng mạch bởi tỷ số: (Số lượng khí hoà tan)/(Số lượng chất cần làm nổi).

Nói chung tỷ lệ này càng lớn, tốc độ dâng của hạt càng mạnh và tốc độ đi xuống của nước càng cao. Mật độ của bùn càng thấp, nồng độ của các hạt rắn trong bùn đã khô càng lớn.

Trong nước thải không thể tuyển nổi tất cả các chất. Các hạt to và nặng lắng xuống đáy của thiết bị. Bởi vậy các thiết bị tuyển nổi luôn trang bị một hệ thống loại bỏ bùn ở đáy (đáy dạng hình côn, góc nhọn hay đặt vào cặn ở đáy bể).

Điều kiện áp dụng trong xử lý nước, các phương pháp khác nhau được tóm tắt trong bảng sau:

Phương pháp	Lưu lượng khí được dùng N (l/m^3)	Kích thước bọt khí	Công suất tiêu thụ cho $1m^3$ xử lý (Wh/m^3)	Thời gian tiếp xúc lý thuyết (phút)	Tải trọng thuỷ lực bề mặt (m/h)
Tuyển nổi có hỗ trợ (khử mỡ)	100-400	2-5mm	5-10	5-15	10-30
Tuyển nổi cơ học (tạo bọt)	10.000	0,2-2mm	60-120	4-16	
Tuyển nổi bằng khí hoà tan (làm trong)	15-50	45-40μm	40-80	20-40 (không kể thời gian kết bông)	3-10

http://tieulun.hopto.org

5. LỌC

5.1. Phương trình cơ bản

Lọc là quá trình tách, trong đó người ta chuyển một hỗn hợp rắn-lỏng qua môi trường có các lỗ rỗng (bộ lọc), các chất rắn được giữ lại, còn chất lỏng chảy qua.

5.1.1. Định luật tổng quát

Lọc là sự chảy của dòng chất lỏng qua môi trường có lỗ rỗng được biểu diễn bằng định luật Darcy, đối với tốc độ thông thường áp dụng trong xử lý nước.

$$V = \frac{K}{\eta}\frac{\Delta P}{\Delta H} = \frac{1}{R\eta}\frac{\Delta P}{\Delta H}$$

Trong đó: V - Tốc độ lọc;

K - Độ thẩm thấu của lớp lọc;

ΔP - Tổn thất áp lực qua lớp lọc;

ΔH - Chiều cao lớp quan sát;

η - Độ nhớt động lực của nước;

R - Sức cản của lớp lọc.

Tổn thất ΔP tỷ lệ với tốc độ lọc V, độ nhớt động lực của nước, chiều cao lớp lọc và tỷ lệ nghịch với độ thẩm thấu của môi trường lọc.

5.1.2. Lọc chất lỏng đục với sự hình thành lớp màng lọc

Ở đây ta xem như lớp lọc đỡ lớp bùn tạo ra do bùn được giữ lại trên bề mặt lớp lọc với bề dày tăng dần (hình 57). Trong biểu thức của định luật Darcy, sức cản R gồm hai sức cản nối tiếp, là sức cản Rg của lớp bùn ở trên, phần khác là sức cản ban đầu R_m của màng lọc:

$$R = R_g + R_m$$

$$\text{Với : } R_g = r.\frac{M}{S} = r.\frac{Wv}{S}$$

Trong đó: M - Khối lượng toàn phần của lớp bùn nằm trên màng lọc;

W - Khối lượng huyền phù được giữ lại trong 1 đơn vị thể tích nước lọc;

V - Thể tích lọc bắt đầu ở thời gian t;

S - Diện tích lọc;

r - Sức cản riêng ở bộ lọc dưới áp suất P.

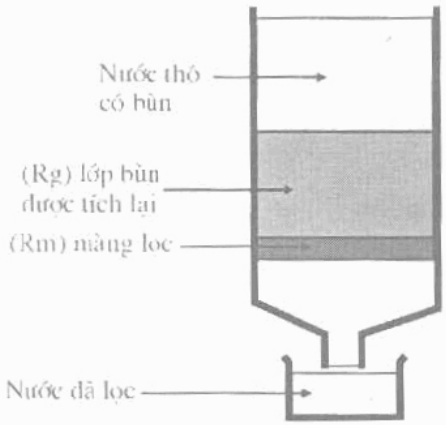
http://tieulun.hopto.org

Từ đó rút ra $$V = \frac{1}{S}\frac{dv}{dt} = \frac{P}{\eta(r\frac{W.v}{S} + R_m)}$$

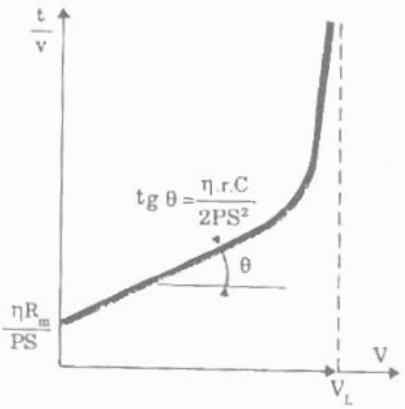
Lấy tích phân hai vế ta được dạng phương trình:

$t = av^2 + bv$ hay $\frac{t}{v} = av + b$, với $a = \frac{\eta r W}{2PS^2}$ và $b = \frac{R_m}{PS}$.

Đồ thị biểu diễn phương trình này là một đường thẳng cho phép xác định r bằng độ dốc $a = tg\theta$; (hình 58).



Hình 57



Hình 58

Ghi chú: *tích phân này chỉ đúng khi r không thay đổi trong cả quá trình lọc và chỉ dùng cho bùn không chịu nén, nếu ta kéo dài trong thời gian đủ lớn quá trình lọc với một khối lượng bùn nhất định được giữ lại, chúng ta có 1 điểm gãy trên đường cong mà sau điểm gãy này, tính làm khô được của bùn tăng rất chậm cho đến khi đạt được giá trị giới hạn của độ khô của bùn đã đọng lại. Giá trị r tăng với áp suất theo luật $r = r_0 + r'p^s$ trong đó r_0 và r'' là sức cản riêng ở thời điểm $P = 0$ và dưới áp suất bằng 1 bar. Hệ số nén bùn s là một số không thứ nguyên. Hệ số lọc r hay sức cản riêng tính bằng m/kg. Sức cản r = 0,5 nhận được dưới áp suất 49kPa (0,5bar) dùng để so sánh các loại bùn khác nhau.*

5.2. Khái quát

Người ta chia thành ba loại quá trình lọc lớn tuỳ theo phương thức sử dụng:

- Lọc trên giá đỡ;
- Lọc qua lớp hạt lọc;
- Lọc qua lớp lọc xốp gắn trên khung lọc.

http://tieulun.hopto.org

Lọc trên màng lọc được phát triển trên các bộ lọc có giá đỡ được nghiên cứu ở chương 9. Lọc bùn bao gồm nhiều kỹ thuật lọc với việc tạo ra các sắp xếp của bùn cũng được nghiên cứu ở chương 19 mục 2.

5.2.1. Cơ chế lọc

Tuỳ theo đặc tính của các hạt được giữ bởi vật liệu lọc và đặc tính của vật liệu lọc có thể xảy ra đồng thời một trong ba cơ chế chính sau đây: giữ, dính kết, tách hạt bùn đã dính kết.

5.2.1.1. Cơ chế giữ lại các hạt (cơ chế lưu giữ)

Chúng có hai loại chính:

• *Lọc cơ học*: Đó là sự giữ lại các hạt lớn hơn mắt lọc hoặc các hạt đã lắng, chính chúng tạo ra vật liệu lọc. Hiện tượng này tác dụng càng nhiều khi các mắt lọc càng nhỏ. Điều đó ít quan trọng đối với lớp lọc cấu tạo từ các vật liệu tương đối lớn hơn. Ngược lại nó có ưu thế trong bộ lọc có lớp lọc mịn: rây, ống lọc, được bọc bằng lớp lọc mịn, xốp

• *Cặn lắng trên mặt vật liệu lọc*: Các hạt huyền phù theo dòng chảy chất lỏng có thể chảy liên tục qua vật liệu lọc phụ thuộc vào kích cỡ của nó so với kích thước các lỗ rỗng. Nó có thể đi qua lớp vật liệu lọc mà không bị giữ lại. Tuy nhiên do tác động của nhiều hiện tượng khác nhau, quỹ đạo chuyển động của nó bị thay đổi và nó được tiếp xúc với vật liệu lọc

Các hiện tượng đó là:

- Sự giữ lại trực tiếp do ma sát;

- Khuếch tán do chuyển động Brao;

- Quán tính các hạt;

- Lắng: do trọng lượng các hạt tự lắng trên vật liệu lọc. Các cơ chế giữ các hạt bẩn khác nhau trong quá trình lọc chủ yếu xảy ra ở các lớp sâu.

5.2.1.2. Cơ chế dính bám

Sự dính bám các hạt lên bề mặt dính bám vật liệu lọc xảy ra khi tốc độ lọc đủ nhỏ. Nó được các lực có nguồn gốc vật lý (sự kẹt, dính bám..) và các lực hấp thụ, chủ yếu là lực Van der Waal gây ra.

5.2.1.3. Cơ chế tách các hạt bùn đã dính kết

Dưới tác dụng của cơ chế dính bám không gian giữa thành vật liệu lọc giảm đi do bị bao phủ bởi các hạt đã dính. Do đó tăng tốc độ dòng chảy. Các cặn đã bị giữ có thể được gỡ ra từng phần và bị kéo sâu vào trong lớp vật liệu

http://tieulun.hopto.org

lọc hay lọt ra khỏi bộ lọc. Các hạt rắn chứa trong chất lỏng và các hạt kéo ít nhiều kết bông không có cùng tính chất và không tác động với cùng mức độ trong các cơ chế trên. Lọc trực tiếp chất lỏng chứa các hạt cặn giữ nguyên trạng thái và điện tích của chúng trong quá trình lọc, khác xa với việc lọc chất lỏng có chứa các hạt đã keo tụ.

5.2.2. Sự tắc nghẽn và rửa vật liệu lọc

Ta gọi tắc nghẽn là sự làm tắc dần dần các kẽ hở của vật liệu lọc. Sự tắc nghẽn làm tăng tổn thất áp lực. Nếu ta vận hành ở áp suất không đổi, thì lưu lượng sẽ giảm đi. Khi muốn duy trì lưu lượng không đổi phải tăng dần áp suất ban đầu để khắc phục tổn thất do tắc nghẽn. Tốc độ tắc nghẽn phụ thuộc vào:

- Chất bị giữ, nó càng lớn hơn khi chất lỏng mang nhiều huyền phù và các chất này có độ keo tụ lớn và chúng có thể biến hình như tảo và vi khuẩn;

- Tốc độ lọc;

- Đặc tính của vật liệu lọc: kích thước lỗ rỗng, tính đồng nhất, độ nhám, hình dạng vật liệu.

Bộ lọc bị tắc nghẽn, khi nó đạt đến tổn thất áp lực cực đại (cho trước bởi người thiết kế). Điều quan trọng là đưa nó trở lại trạng thái ban đầu bằng rửa lớp lọc rửa một cách có hiệu quả và tiết kiệm, phương pháp rửa phụ thuộc vào các loại bể lọc và tính chất của cặn được giữ lại.

5.2.3. Lựa chọn phương pháp lọc

Lựa chọn các kiểu lọc trên giá đỡ hay lớp lọc phụ thuộc vào nhiều tiêu chuẩn:

- Đặc tính của chất lỏng cần lọc, đặc tính của tạp chất và sự thay đổi của nó theo thời gian;

- Chất lượng nước lọc thu được và sai lệch cho phép;

- Chất lượng của cặn giữ được khi có mục đích thu hồi chúng;

- Điều kiện lắp đặt;

- Khả năng và phương tiện rửa sẵn có.

Khả năng rửa dễ dàng, hiệu quả và kinh tế cũng quan trọng trong lựa chọn bộ lọc như việc nhận được chất lượng lọc tốt nhất. Chất lượng lọc tốt nhất chỉ bảo đảm được khi việc rửa luôn cho phép duy trì được tình trạng ban đầu của vật liệu lọc.

5.3. Lọc trên các thiết bị có giá đỡ.

Người ta chia thành:

- Rây, nghĩa là lọc trên mặt rây ngưỡng mắt lưới tương đối lớn (lớn hơn 30μm;

http://tieulun.hopto.org

- Lọc mịn, trong đó lọc trên lớp đỡ mỏng của các hạt lớn hơn xảy ra cùng với việc lọc của các hạt mịn hơn ở các lớp lọc sâu hơn.

Cần nhấn mạnh việc lọc bằng bề mặt: nó chỉ loại bỏ các hạt có kích thước lớn hơn kích thước lỗ rỗng của lưới lọc và các hạt không có khả năng biến dạng.

5.3.1. Rây và rây mịn

Một mặt lọc tương đối lớn đặt trên một giá đỡ mảnh làm bằng vải kim loại hay chất dẻo hay các phần tử lọc có lỗ thoát đều đặn. Tuỳ theo mắt lưới, ta chia thành rây mịn và rây to (nằm trong phạm vi lưới hớt váng mịn) (Xem chương 9).

Độ mở mắt lưới	25 - 150µm	0,2 - 4mm	2 - 6mm
Phương pháp vận hành	Rây mịn Có trọng lực hay áp suất	Rây to Trọng lực	Lưới hớt váng mịn Trọng lực

Khả năng làm sạch được xác định bằng độ rỗng của các mắt lưới: hệ thống loại bỏ tất cả các hạt mà kích thước lớn hơn kích thước mắt lưới. Trong quá trình hoạt động các hạt đã được giữ lại làm nghẽn từng phần mắt lưới và bộ lọc có thể giữ lại các hạt nhỏ hơn kích cỡ của mắt lưới. Khi làm việc theo trọng lực, tổn thất áp lực cực đại cho các bộ lọc nói chung bé, cỡ hơn 10cm đó là do tính năng mỏng manh của lớp vải lọc. Nó bị rách dưới tác dụng của áp suất làm việc hay áp lực rửa.

5.3.1.1. Rây mịn có bề mặt tự do

Mục đích chính của rây mịn là loại bỏ các thực vật nổi trong nước mặt, nó loại bỏ đồng thời huyền phù cỡ lớn và các mảnh vụn thực vật và động vật chứa trong nước. Nó có thể cũng được sử dụng sau làm sạch sinh học hay sau xử lý bằng hồ để loại bỏ huyền phù trong nước thải.

Hiệu suất tối ưu thu được để duy trì tổn thất áp lực không đổi gây ra do sự bịt kín cục bộ của các hạt trên mặt lọc. Hiệu suất của một thiết bị luôn bị giới hạn bởi nhiều yếu tố:

- Sau khi rửa, vải lọc không còn duy trì được khả năng giữ như ban đầu, quá trình lọc bị hạn chế do kích cỡ mắt lưới ít nhiều bị thu hẹp;
- Loại bỏ thực vật nổi chỉ được từng phần vì nhiệt độ càng cao nó càng phát triển trở lại;
- Một số trứng tôm, cua, có kích thước nhỏ dễ dàng lọt qua vải lọc đi vào các bể chứa nước hạ lưu, mà ta có thể nhìn thấy được;
- Nguy cơ ăn mòn vải lọc cùng giá đỡ, cản trở việc vận hành liên tục ở nước có chứa nhiều clo;

http://tieulun.hopto.org

- Lọc rây mịn cần phải có kích thước đủ rộng để đáp ứng việc lọc các thực vật nổi phát triển đến nồng độ cực đại xảy ra vài lần trong năm. Định kích thước nhỏ có nguy cơ làm giảm đáng kể lưu lượng của trạm trong mùa lũ (nước phù sa).

Kích thước mặt lưới càng nhỏ, diện tích mặt vải lọc càng lớn. Đối với vải lọc có lỗ rộng 35micron, tốc độ lọc lớn nhất là 35m/h tính theo toàn bộ bề mặt của bộ lọc rây (50m/h cho mặt nhúng chìm).

Giảm công suất lọc của nước do tắc nghẽn bộ lọc rây mịn thay đổi giữa 50 và 80%, trung bình 65%. Về mặt so sánh, một bể lắng tốt cho phép loại bỏ 80- 90% cặn không có clo hoá sơ bộ và từ 95% đến 99% khi clo hoá trước. Lọc rây mịn chỉ có tác dụng đối với một số chất lơ lửng. Nó không khử được màu và các chất hữu cơ hoà tan mà chỉ khử được một số hạt lơ lửng có kích thước lớn. Để khử có hiệu quả các tảo nổi, dùng quy trình lắng có clo hoá trước.



Hình 59. *Lọc rây mịn nhỏ điện*



Hình 60. *Lọc rây mịn 3 mặt lọc, có rửa vải lọc*

5.3.1.2. Lọc rây mịn dưới áp suất

Trong công nghiệp, lọc rây nước có thể thực hiện dưới áp suất, dùng để:

- Hoặc bảo vệ chống tắc nghẽn các lỗ tương đối lớn (vài mm) với cỡ rây từ 0,15 - 2mm. Đó là trường hợp của chu trình làm lạnh hở hoặc nửa hở;

- Hoặc loại bỏ liên tục các chất mịn. Cỡ rây giảm xuống từ 50-75micron và thấp hơn. Thiết bị nằm trọn bộ trong dây chuyền xử lý. Đó là trường hợp thu nước biển để tạo thu hồi dầu mỏ vòng hai.

Thiết bị lọc dùng chủ yếu trong công nghiệp là các bộ lọc quay, rửa tự động, đôi khi gọi là bộ lọc cơ học có áp suất. Chúng dùng các áp suất khác nhau từ 0,5-2bar. Tổn thất tải ban đầu rất ít (0,15-0,5bar).

5.3.2. Lọc qua ống bọc và ống xốp

5.3.2.1. Mục đích: Trong xử lý nước, các bộ lọc bằng ống bên ngoài bọc lớp lọc bằng hạt hay sợi mịn, xốp được dùng để giải quyết một trong những vấn đề sau:

http://tieulun.hopto.org

• *Yêu cầu rất cao về chất lượng lọc*, lọc nước có rất ít tạp chất và không có muối liên kết lên giá lọc

- Chất ngưng tụ của nồi hơi áp suất cao, khi khởi động hay trong chế độ vận hành;

- Cấp cho hệ thống lọc nước siêu sạch;

- Bảo vệ các màng lọc thẩm thấu ngược.

Người ta tìm cách loại bỏ các phần tử ngày càng nhỏ hơn đến 0,5micron (vi khuẩn) cho phép sử dụng lớp bọc có khả năng xử lý, mặc dù giá thành đắt.

• *Bảo vệ mạng thuỷ lực* chống lại sự kéo theo các hạt phân tán, riêng lẻ:

- Lấy nước biển phun để thu hồi dầu mỏ vòng hai;

- Hệ thống khí làm lạnh hoặc gia công cơ khí.

Ta cần phòng ngừa các tổn thất vật liệu lọc (sợi, nhựa, than hoạt tính,...) hay tất cả các phần tử mang thêm bằng khí quyển. Cỡ lọc có thể tăng từ 10-200micron. Việc sử dụng lớp bọc tái sinh cần phải xem xét.

5.3.2.2. Lựa chọn các lớp bọc

Cần phải thực hiện tuỳ theo hiệu quả mong muốn và tham số liên quan đến việc sử dụng

• *Các tham số tiêu chuẩn hiệu quả của bộ lọc*

- Ngưỡng định mức giữ các hạt cho bởi người chế tạo đối với mỗi loại bọc và chất huyền phù cần xử lý . Nó tương ứng với kích thước các phần tử nhỏ nhất được giữ lại trên bộ lọc không sai số đến 1%.

- Ngưỡng giữ "tuyệt đối": là đường kính nhỏ nhất của các phần tử để cho chỉ số β đạt được giá trị mà ta mong muốn với một áp dụng nào đã cho và được đo bằng một thiết bị lọc huyền phù đối chứng từ bột silic ACFTO cho các chất huyền phù có kích thước lớn hơn 1μm hoặc huyền phù vi khuẩn dưới 1μm.

Chỉ số β tính bằng công thức: $$\beta = \frac{\text{Số phần tử trong nước cần lọc}}{\text{Số phần tử có trong nước đã lọc}}$$

Ta nhận thấy rằng: chuyển từ ngưỡng giữ định mức sang ngưỡng giữ tuyệt đối, chi phí tăng gấp hàng chục lần và không phải luôn luôn cần thiết.

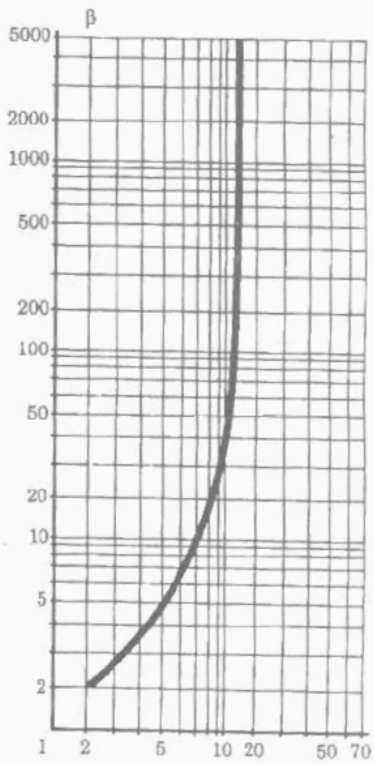
- Chỉ số tắc nghẽn FI

Giảm chỉ số này làm giảm khả năng tắc nghẽn nước. Nó thường có ý nghĩa hơn (đối với nước chứa keo) khi chỉ xem xét mình kích thước của các hạt cần loại bỏ.

http://tieulun.hopto.org

Đếm số lượng, dùng máy đếm điện tử laze.

Hình 61 là kết quả thu được trên bộ lọc (β phụ thuộc vào đường kính các phần tử). Trong công nghiệp giá trị β có thể là 5.000/1 ; 2.000/1 ; hoặc 200/1.



Hình 61. *Ví dụ đo lường chỉ số β*

• *Các tham số sử dụng*

- Tái sinh hay sự tiêu thụ của vật liệu lọc làm lớp bọc để lọc;

- Tổn thất áp lực hay thời gian cho phép của một chu trình lọc;

- Nồng độ huyền phù trong nước xử lý;

- Nguy cơ kết muối: vật liệu bọc để lọc hay chất bị giữ lại.

5.3.2.3. Các loại bộ lọc

Việc phân biệt lớp lọc mỏng và dầy có thể bị nhầm lẫn do ngưỡng giữ hiện đang còn nghiên cứu. Người ta chia thành:

• *Bình lọc nước uống ngay và vứt bỏ sau sử dụng có trang bị*

- Các màng uốn nếp bằng giấy mỏng polycacbonnat hay nylon 66, vải không dệt nhưng đã tẩm nhiệt xút (polypropylen), nói chung không có khả năng kết muối chúng có ngưỡng giữ tuyệt đối giữa 0,1 và 20μm;

- Phớt lọc, vải chưa dệt cuộn tròn, các chất dẻo composite chúng có thể bị kết muối.

• *Các ống lọc rửa nước ngược được trang bị từ*

- Sợi và kim loại kết dính, có ngưỡng định mức từ 6-100μm;

- Vải sợi đơn cứng (polyeste) có ngưỡng định mức giữa 20 và 100μm.

Khả năng rửa bằng dòng nước ngược, chỉ có hiệu quả đối với các ống lọc có ngưỡng định mức cao, và lọc nước ít tạp chất.

• *Ống xốp có khả năng tái sinh, được trang bị*

- Các sợi kim loại kết dính hay vật liệu gốm;

- Vật liệu dẻo tụ kết.

Việc tái sinh ít bảo đảm bằng dùng nước đã lọc để rửa ngược. Thường rửa bằng các chất khác có hiệu quả hơn, như dùng (hơi nước, axít, siêu âm,...).

http://tieulun.hopto.org

Nhìn chung, dù cho đối với ống lọc có rửa ngược hay ống xốp có tái sinh, việc tăng độ mịn của hạt vật liệu lọc và lọc nước có phù sa sẽ phá huỷ dần các giá đỡ chất lọc, việc thay thế chúng sau một thời gian là cần thiết.

5.3.3. Lọc trên giá đỡ có phủ trước lớp bọc

Đó là lọc qua chiều dày lớp lọc xảy ra trong môi trường chuyển tiếp và được duy trì trên một giá đỡ mỏng. Lớp bọc được đưa từ ngoài (trợ giúp lọc) hoặc chính từ các chất loại bỏ trên bộ lọc.

Ở pha ban đầu của chu trình lọc, nguyên công phết bột gồm tuần hoàn lại trên mặt bộ lọc các hạt trợ giúp lọc, trộn lẫn với các hạt bùn do lớp lọc giữ lại các phần tử có kích thước lớn tạo nên một cầu nối phía trên các lỗ của giá lọc có đường kính lớn gấp nhiều lần các hạt. Một lớp lắng phủ phía trước tạo nên một lớp lọc mà bề dày của nó xác định thời gian của một chu trình rửa. Trong chu trình lọc, cần phải thêm các hạt trợ giúp lọc hoặc để làm giảm tổn thất áp lực, hoặc để cải thiện chất lượng nước đã lọc. Đó là quá trình nuôi hay sự bồi tích.

• *Áp dụng:* Lọc qua lớp bột phủ trước hay phết bột chỉ được dùng để lọc chất lỏng chứa ít tạp chất, thời gian của chu trình kéo dài vài ngày đến vài tuần:

- Bình ngưng của nhà máy điện;
- Ngưng tụ dầu nung nóng;
- Bia và rượu vang;
- Chất lỏng;
- Sirô đường và glucô.

Quá trình lọc tự tạo ra lớp phủ trước được dùng với chất lỏng có chứa từ 0,5 đến vài g/l huyền phù, thời gian của chu trình lọc có thể giới hạn trong vài giờ. Ta có thể kể ra:

- Dịch vẩn đục cacbonat trong nhà máy đường;
- Nước hèm nhà máy bia. Sản phẩm lắng ở bình chứa;
- Bột thuỷ luyện kim.

• *Vật liệu của lớp lắng phủ trước và bồi tích*

Tuỳ theo ứng dụng ta có thể sử dụng các loại vật liệu khác nhau:

- Xenlulôza dưới dạng sợi có độ tinh khiết cao, có khả năng lọc so sánh được với giấy lọc chậm, nhưng chỉ có khả năng hấp thụ rất nhỏ. Không tan trong nước lạnh và ấm, nó bắt đầu thuỷ phân ở 85°C;

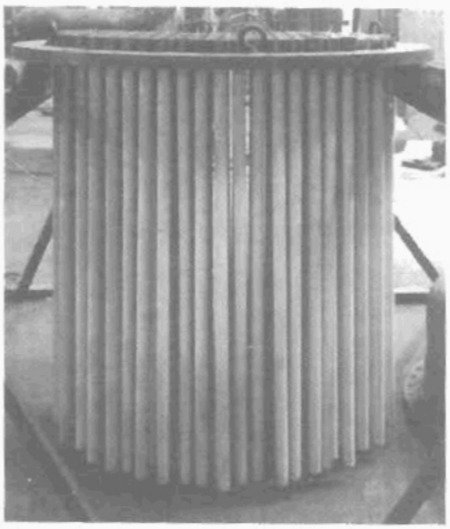
- Các tảo đá cát (diatom) là các mai giáp chứa silic hoá thạch có nguồn gốc từ biển, rất mịn (5-100μm) và có khả năng hấp thụ chắc chắn. Chúng lọc trong rất tốt các chất keo trong nước. Nói chung, chúng có khả năng hấp thụ tạp chất dưới dạng nhũ tương như dầu hoặc hydrocacbua. Đá tảo cát rất ít hoà tan trong nước đã khử muối khoáng (trước hết là kiềm);

http://tieulun.hopto.org

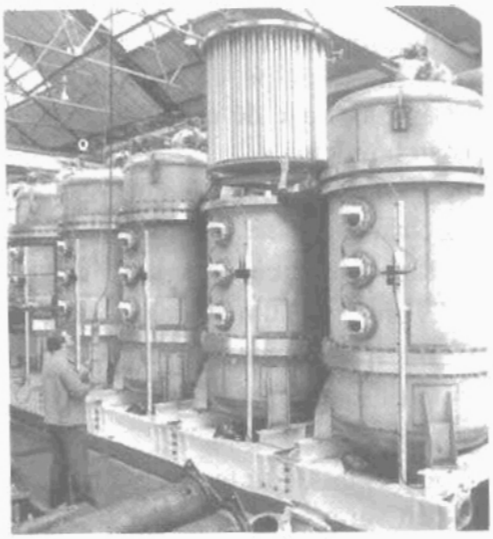
- Than hoạt tính có thể đặt trên lớp lọc xenlulôza hay tảo đơn bào để khử màu và loại bỏ hầu hết các chất hữu cơ thực vật, do than hoạt tính có khả năng hấp phụ rất lớn;

- Lớp nhựa trao đổi ion dạng bột các cation và anion được trộn lẫn với một tỷ lệ thay đổi cho phép lọc toàn bộ muối khoáng của các bình ngưng nhà máy nhiệt điện hay điện nguyên tử.

• *Thau rửa:* Khi tổn thất áp lực đạt tới giá trị cực đại, người ta thau rửa bằng dòng nước ngược. Để cho thau rửa có hiệu quả, cần phải gỡ lớp lắng phủ trước và các chất giữ trên mặt lọc sao cho không gây nên cấu bẩn vào các giá đỡ.



Hình 62. *Bàn đỡ thiết bị lọc kiểu ống*



Hình 63. *Trạm SHELL BRENT. Lưu lượng 2.100m³/giờ. Thiết bị lọc có lớp lọc phủ trước*

5.4. Lọc trên lớp vật liệu hạt

5.4.1. Nguyên lý và kiểm tra

Nước cần lọc chuyển qua lớp lọc bằng vật liệu hạt mà chiều cao của lớp là thông số quan trọng và phụ thuộc vào loại thiết bị lọc. Huyền phù được giữ lại ở khoảng trống giữa các hạt, trên phần lớn nhất của chiều cao lớp lọc. Nói chung hoạt động của bộ lọc được theo dõi, kiểm tra bằng hai cách.

5.4.1.1. Đo và đánh giá sự chuyển biến của chất lượng nước đã lọc

Hình 64 cho biết sự tiến triển độ đục của nước đã lọc và xác định giai đoạn làm việc đặc trưng của bộ lọc.

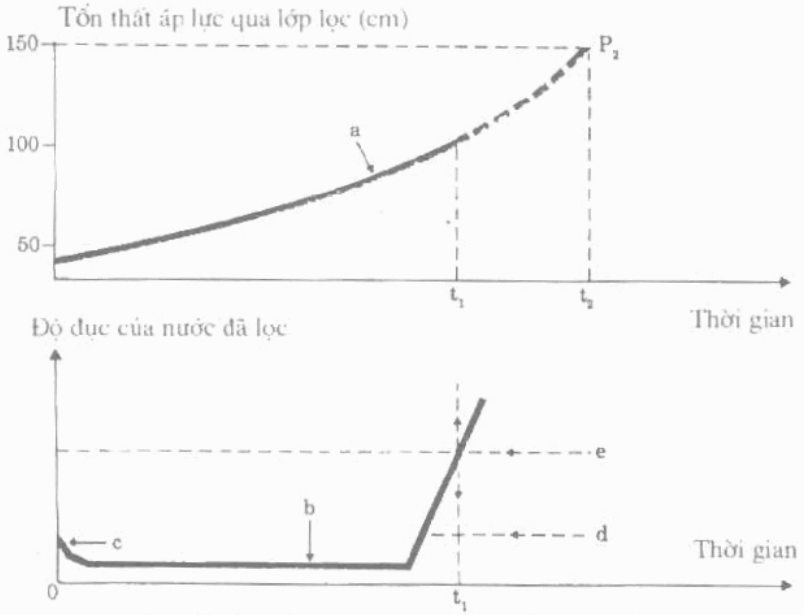
http://tieulun.hopto.org

C - Thời kỳ chín muồi;

b - Chu kỳ làm việc bình thường;

d - Lớp lọc bắt đầu bị chọc thủng;

e - Độ đục giới hạn chấp nhận được, độ đục của nước đã lọc tới giá trị này trong thời gian t_1.



P_2 : Tổn thất áp lực lớn nhất chấp nhận được do cấu tạo.
a. Sự tiến triển của tổn thất thủy lực; b. Sự tăng lên của độ đục;
c. Bão hòa; d. Bắt đầu của thủng lớp lọc; e. Giới hạn của độ đục

Hình 64. *Sự thay đổi tổn thất áp suất theo thời gian*

5.4.1.2. Đo và sự tiến triển của tổn thất áp lực

Ta lập đồ thị cho sự thay đổi tổn thất áp suất P theo thời gian (hình 64). Do cấu tạo, tồn tại một tổn thất cực đại mà thiết bị lọc không thể vượt qua. Ví dụ P_2 = 150h. P_u (= 150cm CE). Tổn thất này đạt được sau thời gian t_2, đó là đặc tính quan trọng của bộ lọc.

5.4.1.3. Tối ưu hoá việc điều khiển bể lọc

Để thu được sự làm việc tối ưu của bộ lọc, điều quan trọng là bộ lọc đạt được tổn thất áp lực P_2 tương ứng với thời gian (t_2) trước khi có xuyên thủng ở t_1, nghĩa là $t_1 > t_2$. Đối với nước dã keo tụ có chứa muối kim loại, t_1 và t_2 lấy theo công thức thực nghiệm (Richard-croce-spinelli), chỉ sự thay đổi từ t_1 đến t_2 tuỳ theo đặc tính vận hành:

http://tieulun.hopto.org

$$t_1 = a.v^{0.95}.K^{0.7}.D^{0.45}.L^{0.95}.V^{1.85}$$

$$t_2 = b.v^{0.7}.K^{0.7}.D^{1.5}.P^{0.9}.V^{0.6}$$

Trong đó: D - Kích thước hiệu dụng của vật liệu;

L - Chiều cao lớp;

P - Độ tăng tổn thất áp lực;

v- Tốc độ lọc;

K - Độ dính kết của các cục keo tụ được giữ lại;

V - Thể tích huyền phù đã kết bong trong nước.

Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc và độ dính kết của các bông cặn được giữ lại là các tham số cơ bản của sự thay đổi t_1 và t_2. Hệ số a và b xác định bằng thực nghiệm. Sau một thí nghiệm lọc thử, các công thức cho phép tính trước sự khác nhau giữa t_1 và t_2 tương ứng với các điều kiện thao tác khác nhau.

5.4.1.4 Đường cong áp suất

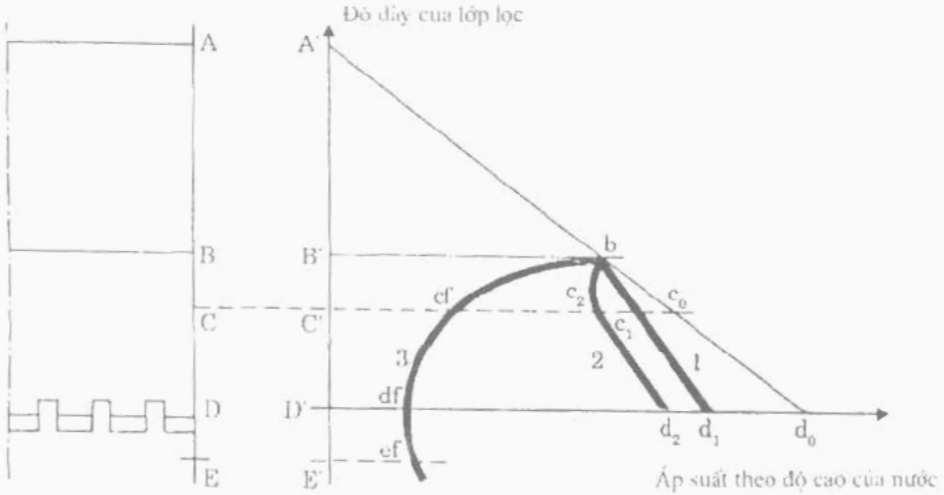
Đồ thị trên hình 65 biểu diễn một bộ lọc hở có chiều cao lớp cát bằng BD và chiều cao nước AB. Trên biểu đồ giống thẳng tung độ là chiều cao, tương ứng với áp suất ở các điểm A, B, C, D, tính đến sàn D của bể lọc, hoành độ là áp suất tính bằng chiều cao cột nước với cùng một tỷ lệ. Như vậy ở điểm B của bộ lọc (ở đỉnh của lớp lọc, áp suất luôn luôn bằng chiều cao cột nước khoảng B'b). Ở điểm C của lớp lọc, áp suất có giá trị AC (Khoảng C'c_0). Khi bộ lọc ngừng làm việc, áp suất tĩnh ở đáy bằng AD, (khoảng cách D'd_0). Tất cả các điểm biểu diễn áp suất tĩnh ở các mức khác nhau của bộ lọc là đường thẳng A'd_0 độ nghiêng 45°.

Bộ lọc làm việc, đối với lớp đồng nhất, tổn thất áp lực đơn vị trong cát sạch tỷ lệ với chiều cao và lưu lượng (theo định luật Darcy). Ta xem như lưu lượng không đổi. Áp suất ở điểm C của bộ lọc là C"c_1, giá trị c_0c_1 biểu diễn tổn thất áp suất của lớp cát giữa hai mức B và C; tương tự ở đáy, áp suất D là D'd_1, tổn thất áp suất riêng trong cát sạch là d_0d_1.

Đường bc_1d_1 là đường thẳng vì c_0c_1 và d_0d_1 tỷ lệ với chiều cao của lớp cát sạch (Darcy). Khi lớp cát đã hoàn toàn bão hoà chất bẩn, sự dịch chuyển của áp suất C"c_2 và D'd_2 ở các mức cát khác nhau, vẽ nên đường cong bc_2d_2 biểu diễn áp suất trong bộ lọc. Nó có một phần cong và một phần thẳng song song với đường thẳng bd_1 biểu diễn tổn thất áp suất riêng của cát sạch. Điểm c_2 ở đầu đoạn thẳng tổn thất áp lực chỉ ra ở trên mức C có chứa tạp chất trong lớp cát, dưới điểm C, tổn thất áp lực là tuyến tính (nghĩa là cát còn sạch).

http://tieulun.hopto.org

Điểm c_2 đặc trưng cho chiều cao BC của lớp cát đã tham gia vào lọc ở thời gian quan sát.



1. Đường cong áp suất trong cát sạch;

2. Đường cong áp suất trong quá trình làm cáu bẩn;

3. Đường cong áp suất sau khi làm thúng lớp lọc

Hình 65. *Sự phân bố áp suất trong một lớp lọc*

Chiều cao tối thiểu của lớp cát và tổn thất áp suất nhỏ nhất của lớp cát đã tham gia vào quá trình lọc trước khi bể lọc bị tắc nghẽn bởi cáu bẩn lần lượt là BC và c_1c_2.

Việc dịch chuyển điểm c_2 trong quá trình đóng cáu bẩn được coi là sự tiến triển của mặt nhiễm bẩn. Trong trường hợp ở hình 65, bộ lọc sẽ không cho nước trong nữa, khi đạt tới tổn thất cực đại P_2. Đường cong biểu diễn áp suất ở các điểm khác nhau của bộ lọc cho bởi $bc_fd_fe_f$, nó đạt tới đáy mà không có đoạn tuyến tính, nghĩa là mặt lọc đã vượt quá đáy và như vậy bộ lọc đã bị bục.

Nếu ta làm việc với bộ lọc có chiều cao cát lớn hơn, đường cong biểu diễn áp suất ở các điểm khác nhau của bộ lọc cho tổn thất áp lực cực đại sẽ thành đường thẳng ở điểm e_f, từ đó suy ra chiều cao nhỏ nhất DE của cát cần phải thêm vào để cho $t_1 = t_2$.

Thực nghiệm chỉ ra rằng: giá trị t_1 tương ứng với chiều sâu khác nhau của một lớp cát hầu như tỷ lệ với bề dày tương ứng.

http://tieulun.hopto.org

5.4.1.5. Khả năng giữ lớn nhất của một bộ lọc

Huyền phù chứa ở khoảng trống giữa các hạt vật liệu lọc. Nhưng phải để lại các lỗ trống đủ lớn cho dòng nước chảy qua. Ở mức trung bình, các hạt bùn cặn khó có thể lấp nhiều hơn 1/4 tổng thể tích các lỗ rỗng giữa các hạt.

Đối với chiều cao lớp lọc 1m và diện tích mặt lọc là $1m^2$, hoặc $1m^3$ thể tích vật liệu lọc, có khoảng 450 lít khoảng trống với bất kỳ cỡ hạt nào, thể tích sử dụng được do các hạt bị giữ lại vào khoảng 110 lít khi kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc và tổn thất áp lực dự kiến do cấu tạo phải phù hợp với bản chất các hạt.

Khi bộ lọc làm việc theo trọng lực (bộ lọc hở) và huyền phù được giữ lại là các bông keo từ hydrôxít, hàm lượng cặn bẩn không quá 10g/l thì số lượng cặn được loại bỏ cho mỗi của vật liệu lọc được giới hạn đến 110 × 10 = 1100g.

Giá trị này tăng khi các cục kết bông chứa nhiều chất vô cơ dạc (như đất sét, cácbonat canxi). Nó có thể đạt tới giá trị 6.600g cho bùn có 60g/l MS. Trong trường hợp lọc dưới áp suất để loại các chất thải công nghiệp, chiều cao lớp lọc đến 2m và tổn thất áp là 0,5bar thậm chí 2bar. Người ta có thể giữ lại trên bề mặt bộ lọc một số lượng các chất như sau:

- $CaCO_3$: 4-15kg/m^2 bề mặt lọc;
- Bùn chứa dầu: 10-25kg;
- Vảy sắt rèn: 20-100kg.

Các giá trị này cho phép đánh giá hàm lượng cực đại các chất giữ được mà nó có thể chứa trong nước theo cấp cho bộ lọc, khi ta xác định tốc độ lọc và thời gian giữa hai chu kỳ rửa.

Ví dụ: một bộ lọc có lớp lọc cao 1m làm việc với tốc độ 10m/h, ta muốn cứ 8h rửa một lần (80m^3 nước cho 1^2 lớp lọc) thì nồng độ huyền phù đã kết bông không được vượt quá giá trị 1.100/80 = 13,75mg/l hoặc 6.600/80 = 82,5mg/l đối với các chất huyền phù vô cơ dạc. Đối với nước sông có giá trị trung gian giữa hai giá trị trên.

5.4.2. Môi trường các lỗ rỗng

5.4.2.1. Tính chất vật lý

Vật liệu lọc được đặc trưng bằng các yếu tố khác nhau và được mô tả tỷ mỉ ở chương 5 gồm:

- Kích thước hạt;
- Kích thước hiệu dụng (TE);
- Hệ số đồng đều (U):

http://tieulun.hopto.org

- Hình dạng các hạt: có góc nhọn (vật liệu đập nhỏ), tròn (cát sông và biển). Với chất lượng nước đã lọc như nhau, khi dùng vật liệu lọc có dạng góc cạnh sẽ có kích thước hiệu dụng nhỏ hơn là các vật liệu có dạng tròn.

Ở cùng kích thước, việc tăng tổn thất áp lực với các hạt có góc cạnh nhỏ hơn các hạt tròn, vì nó ngược lại với điều mà ta nghĩ, các hạt có góc cạnh chồng chéo lên nhau khó hơn là các hạt tròn và nó để lại tiết diện lọt qua lớn hơn

- Tính vỡ vụn dùng để chọn các vật liệu có thể lọc được mà không có nguy cơ vỡ nhỏ do thau rửa. Vật liệu hay vỡ vụn cám không được dùng, nhất là ở các bộ lọc làm việc từ trên xuống mà quá trình rửa kết thúc bằng pha giãn nở với nước, vì các vụn nhỏ bị đẩy lên bề mặt và làm tắc nghẽn lớp lọc;

- Tổn thất trong môi trường axít rõ ràng là ta không thể bỏ qua sự hao mòn vật liệu trong môi trường axít khi lọc nước chứa khí cácbonic xâm thực hay các axít vô cơ khác;

- Tỷ trọng của các hạt tạo mọi trường lọc;

- Tỷ trọng của khối hạt khi đổ thành đống ở trong không khí và trong nước.

Các đặc tính khác chuyên dùng cho các vật liệu hấp thụ như than hoạt tính, chúng được khảo sát ở chương 5.

5.4.2.2 Bản chất của môi trường của các lỗ rỗng

- Cát thạch anh là vật liệu lọc được dùng trước tiên và nó vẫn còn là vật liệu cơ sở cho phần lớn các bộ lọc hiện nay;

- Than antraxít hay đá hoa có thể thay thế khi cần phải tránh các vết silic trong xử lý công nghiệp, hoặc khi nguồn cung cấp rất dễ.

Đối với một số xử lý như tinh luyện, xử lý đợt ba nước thải.... cần phải sử dụng các vật liệu có bề mặt riêng lớn đặc biệt như BIOLITE, đá phiến, puzolan.

Một số bộ lọc phối hợp nhiều lớp vật liệu (lọc nhiều lớp). Cát có thể kết hợp với antraxít , garnet, đá phiến, ít nhiều có tính xốp với điều kiện do vỡ vụn của vật liệu này và tổn thất trong axít nhỏ.

Cuối cùng, lọc có thể thực hiện trên than hoạt tính dạng hạt đủ bền vững, trong các trường hợp sau.

- Thay cát sau khi xử lý lắng, khi ta muốn đồng thời loại bỏ các bông cặn còn lại và hấp thu chất gây ô nhiễm;

- Lọc đợt 2 để hoàn thiện hoặc khử clo dư.

5.4.2.3. Lựa chọn cỡ hạt của một lớp lọc

Lựa chọn cỡ hạt phải làm cùng với sự lựa chọn bề dày và tốc độ lọc. Nó phụ thuộc vào loại nước phải lọc (lọc nước thô, lọc nước đã lắng, lọc sinh

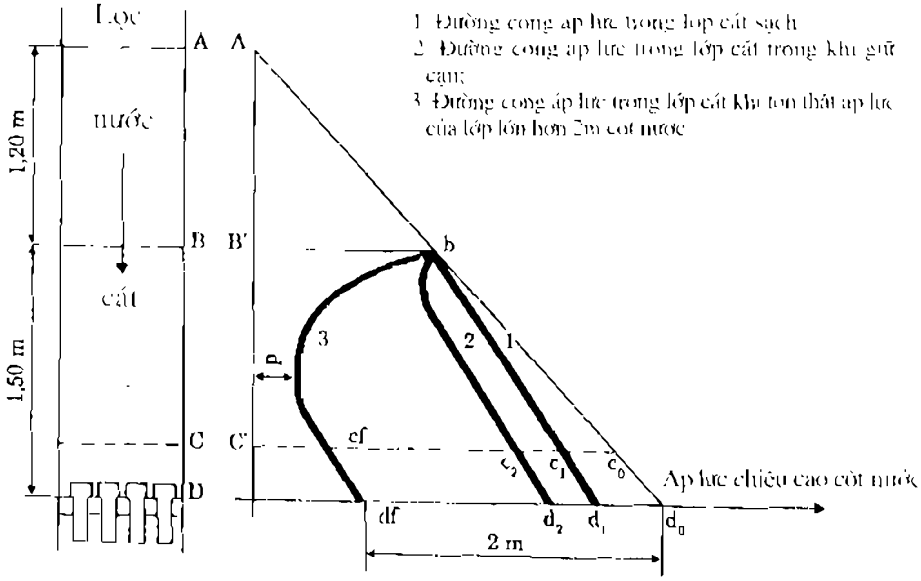
http://tieulun.hopto.org

học nước thải bậc hai hay bậc ba) và chất lượng của nước lọc mà ta mong muốn. Nó cũng phụ thuộc vào loại bộ lọc (bộ lọc dưới áp suất hay lọc hở) và tổn thất áp lực sẵn có. Bảng sau đây chỉ ra ảnh hưởng của các tham số khác nhau đến chất lượng nước và thời gian hoạt động của chu kì lọc.

Trong trường hợp chung nhất, chiều lọc là đi lên trên xuống. Tuỳ theo cách rửa, ta chia thành ba loại lọc tương ứng với sự lựa chọn kích thước hạt khác nhau.

	Đường kính hạt	Chiều cao lớp lọc	Tốc độ lọc	Tổn thất áp lực sẵn có
Chất lượng nước lọc	↘	↗	↘	=
Thời gian của chu kì lọc	↗	↗	↘	↗
Tải trên m^2	=	↗	=	↗

• *Lọc trên lớp vật liệu đồng nhất*: rửa vật liệu bằng không khí và nước, không làm giãn nở lớp lọc lúc kết thúc pha xúc rửa. Từ đó suy ra rằng: tính đồng nhất hoàn hảo của lớp lọc, kích thước hạt của vật liệu lọc có cùng cỡ ở đáy và ở đỉnh của lớp lọc. Trong chu trình lọc, hình thành và tiến sâu dần, điều đó làm dễ dàng cho việc điều khiển chu trình lọc. Trong lớp lọc, chuyển biến đường cong áp suất được biểu diễn trên hình 66

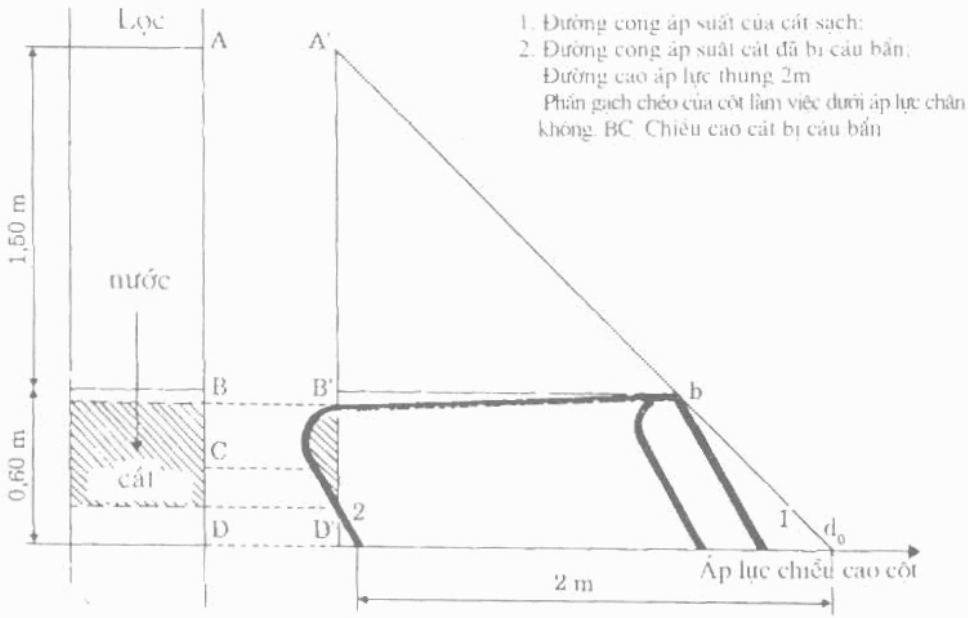


Hình 66. *Đường cong áp suất trong bộ lọc lớp đồng nhất loại AQUAZUR V*

• *Lọc trên lớp vật liệu không đồng nhất*. Khi thực hiện rửa bằng nước thuần túy hoặc ở giai đoạn kết thúc bằng xúc rửa có giãn nở thuỷ lực của vật

http://tieulun.hopto.org

liệu. Ta quan sát thấy có sự phân loại vật liệu lọc xảy ra. Các hạt lớn nhất nằm ở đáy của bộ lọc, còn hạt nhỏ nhất ở trên bề mặt. Trong quá trình lọc, vật liệu nhỏ tiếp xúc với nước để lọc chứa tất cả các chất phải giữ lại còn các hạt lớn nhất tiếp xúc với nước sạch hơn và việc điều khiển chu trình lọc trở nên khó khăn hơn. Các chu trình bị rút ngắn vì lớp hạt bé trên mặt tạo thành màng lọc. Đường cong áp suất như hình 67.



Hình 67. *Đường cong áp suất trong bộ lọc một lớp không đồng nhất*

• *Lọc trên nhiều lớp lọc*. Những điều quan sát ở trên đã được ứng dụng vào quá trình lọc nhiều lớp (hai hoặc nhiều lớp).

Để tránh tình trạng tạo ra màng lọc trên mặt do các hạt cát quá nhỏ trong lọc lớp không đồng nhất và thuận tiện cho các tạp chất thấm qua tất cả chiều cao lọc, người ta thay thế một phần cát mịn bằng một lớp vật liệu nhẹ hơn và có kích thước hiệu dụng lớn hơn cát. Sự lựa chọn cỡ hạt của một trong hai lớp cần phải tiến hành thận trọng. Điều đó liên quan đến khả năng sắp đặt chúng co giãn một cách tương tự với cùng một lưu lượng nước rửa để có thể phân loại hạt ở cuối quá trình rửa, trước khi bắt đầu chu kỳ lọc tiếp theo. Thiết bị này (do Smit, Cache và Montefort đã sử dụng từ 1880) cho phép nhận được sự phân bố huyền phù bị giữ lại; các hạt lớn nhất được giữ ở lớp

http://tieulun.hopto.org

lọc phía trên bằng các hạt lớn, còn lớp lọc phía dưới (các hạt nhỏ hơn) dùng để lọc kết thúc và bảo vệ an toàn. Người ta cũng có thể thực hiện một bộ lọc 3 hoặc nhiều lớp để cải thiện sự thấm sâu của tạp chất, nhưng nó phụ thuộc vào giá cả vật liệu và công nghệ rửa.

5.4.3. Thau rửa môi trường lọc

Thau rửa là một nguyên công rất quan trọng, khi làm không chu đáo, kéo theo sự tắc nghẽn một số vùng làm cho nước chảy qua ít. Tổn thất áp lực tăng rất nhanh, lọc sạch trở thành lọc cục bộ với vận tốc lớn và ít hiệu quả. Để rửa vật liệu lọc, ta cho một dòng nước chảy từ dưới đáy lên để gỡ các tạp chất và đưa chúng vào máng tháo. Vật liệu lọc cũng được cọ sát với nhau đồng thời trong dòng nước. Có rất nhiều phương pháp thực hiện mục tiêu này.

5.4.3.1 Thau rửa bằng nước thuần túy để làm giãn nở lớp lọc.

Ta chọn một lưu lượng nước rửa đủ lớn để làm cho vật liệu lọc giãn nở nghĩa là để thể tích biểu kiến của nó tăng ít nhất là 15%. Sự thay đổi độ nhớt của nước phụ thuộc vào nhiệt độ, điều mong muốn là trong một bộ lọc phải có thiết bị để đo và điều chỉnh lưu lượng nước rửa để giữ tỷ lệ giãn nở mong muốn không đổi trong một thời gian

Lớp vật liệu lọc giãn nở là nơi có dòng đối lưu. Vật liệu lọc chạy xuống dưới vào một vùng nào đó và chạy lên cao trong vùng bên cạnh. Trên thực tế, có những cục nhỏ của lớp lọc bị bùn bám chặt tạo nên vỏ bọc bề mặt vật liệu lọc và có thể chìm xuống đáy. Do tác dụng của dòng đối lưu nước xoáy tạo ra. Ta có thể phá hủy lớp vỏ bùn cứng này bằng cách phun nước dưới áp suất lớn bằng các ống phun quay hay cố định. Phương pháp rửa này đòi hỏi phải thận trọng và cần phải đo giá trị giãn nở của vật liệu lọc. Thiếu sót to lớn gây ra là do việc phân loại độ hạt, sự tập trung hạt nhỏ của vật liệu lọc trên bề mặt và những bất lợi trong phương pháp lọc từ trên xuống

5.4.3.2 Thau rửa không làm giãn nở lớp lọc bằng không khí và nước (đồng thời)

Phương pháp thứ hai là sử dụng một lưu lượng nhỏ nước rửa không đủ để gây ra sự giãn nở cát và đồng thời phun không khí nén. Cát không bị giãn nở, còn vỏ bùn bọc ngoài vật liệu lọc bị phá huỷ bằng khí và bùn rớn cục không thể tạo thành.

Trong thời kì thổi khí để cọ rửa, lưu lượng nước rửa càng lớn, thì việc rửa càng nhanh và càng hiệu quả. Giá trị nhỏ nhất của lưu lượng nước rửa để

http://tieulun.hopto.org

việc thau rửa có hiệu quả và giá trị lớn nhất không được vượt quá để tránh mất mát vật liệu lọc phụ thuộc đồng thời vào vật liệu và công nghệ lọc.

Khi cặn bẩn đã tách ra khỏi lớp vật liệu lọc, chúng được thu gom vào lớp nước nằm trên lớp cát và dưới mép máng dẫn nước thải. Sau đó ngừng thổi gió, chỉ còn nước rửa để thay nước bùn ở lớp này bằng nước trong. Có nhiều phương pháp xúc rửa được sử dụng sau khi dừng thổi khí:

- Duy trì không đổi lưu lượng nước rửa cho đến khi nước tháo ra là nước trong. Thời gian của nguyên công này càng ngắn khi lưu lượng nước càng lớn (luôn luôn lớn hơn $12 m^3/h.m^2$) và bề dày của lớp nước ở trên vật liệu lọc càng nhỏ.

- Tăng lưu lượng nước trong lúc xúc rửa để mang các hạt lên, ít nhất là $15 m^3/h.m^2$.

- Quét bề mặt lọc bằng dòng chảy ngang của nước thô hoặc nước đã lắng phối hợp với nước rửa đi từ dưới lên trong khi rửa.

- Tháo bỏ lớp nước bùn nằm trên vật liệu lọc và quét trên bề mặt như trên.

5.4.3.3. Thau rửa bằng không khí trước, nối tiếp rửa bằng nước sau

Cách thau rửa này được sử dụng khi tỷ trọng của vật liệu lọc không cho phép sử dụng rửa gió nước đồng thời và không gây nguy hiểm cho việc kéo vật liệu vào mang xả nước rửa. Đó là trường hợp lớp lọc gồm cát mịn hoặc vật liệu có tỷ trọng nhỏ (antrixit, than hoạt tính, BIOLITE). Phương pháp rửa này cũng được sử dụng cho bộ lọc hai lớp.

Trong pha rửa thứ nhất, chỉ dùng không khí nén để gỡ các tạp chất được giữ trên mặt vật liệu lọc. Trong pha thứ hai, một dòng nước rửa với lưu lượng mạnh đảm bảo làm giãn nở vật liệu lọc, cho phép tách các tạp chất đã gỡ của pha thứ nhất và tháo khỏi bể lọc. Trong trường hợp các chất thải nặng hay rất khó loại bỏ (ví dụ nước thải) người ta lặp lại nhiều lần nguyên công này.

5.4.3.4. Rửa từng đoạn

Thông thường, việc thau rửa liên quan đến tất cả bề mặt của một bộ lọc. Trong một số bộ lọc, nó có thể thực hiện bằng cách chia đoạn (hình 68).

Trong bộ lọc, vách ngăn cố định phân chia giới hạn các ô rửa. Một thiết bị di động đến kịp thời lần lượt trên mỗi ô cần rửa. Nước bùn được hút lên qua lớp cát của ô rửa và đưa vào máng tháo ở hai bên. Nước rửa được cấp trực tiếp bằng các ngăn đang làm việc bên cạnh của ngăn rửa. Các ngăn được rửa lần lượt. Loại rửa này làm việc liên tục và có những nhược điểm chính sau đây:

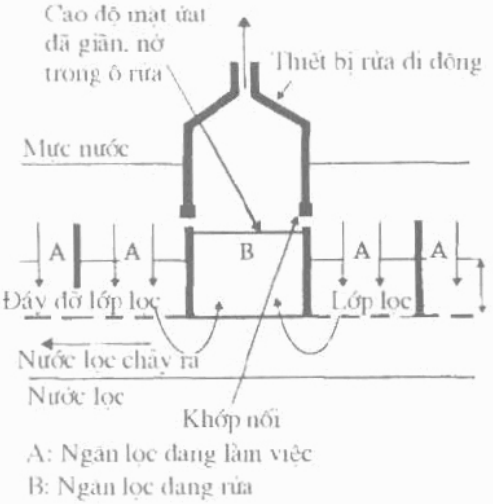
- Chỉ rửa bằng nước không có không khí;

http://tieulun.hopto.org

- Không có khả năng hạn chế lưu lượng nước chảy qua ngăn lọc vừa rửa xong, đưa trở lại lọc. Tốc độ khá lớn vì không có thiết bị điều chỉnh và có thể làm giảm chất lượng nước đã lọc;

- Nguy hiểm do không ngăn cách được giữa các ô lọc hoàn toàn kín.

Vậy kiểu rửa này chỉ có thể dùng trong một số trường hợp (lọc nước của hệ thống làm lạnh, nước thải,...). Nó không đủ chắc chắn để lọc nước có chất lượng cao (nước uống chẳng hạn).



Hình 68. *Nguyên lý bộ lọc có rửa từng đợt*

5.4.3.5. Chu kỳ rửa và tiêu thụ nước rửa

Chu kỳ rửa phụ thuộc vào bản chất của nước cũng như số lương MES được giữ lại. Cần phải bắt đầu rửa khi tổn thất áp lực đạt giá trị cực đại hay khi bộ lọc bắt đầu bị thủng. Thực tế thau rửa thường bắt đầu sau khi đã lọc một thể tích nước nào đó. Xác định theo điều kiện vận hành và kinh nghiệm của người sử dụng.

Tiêu thụ nước rửa, chủ yếu tuỳ theo bản chất và trọng lượng các hạt bùn bị giữ lại trên $1m^3$ vật liệu lọc. Sử dụng phối hợp rửa bằng không khí và nước có thể giảm từ 20-30% tiêu thụ nước so với chỉ rửa riêng bằng nước.

Tiêu thụ nước rửa càng nhiều khi:

- Bề dày lớp nước trên mặt vật liệu lọc càng lớn;
- Lưu lượng nước rửa càng nhỏ: (Rửa nước thuần tuý)
- Máng tháo bùn càng cách xa nhau;

http://tieulun.hopto.org

- Số lượng bùn thải càng lớn;

- Độ keo tụ và mật độ bùn càng cao.

Mức tiêu thụ cũng tăng khi ta sử dụng thiết bị rửa bề mặt.

5.4.4. Lọc chậm và lọc nhanh

5.4.4.1. Lọc chậm

Lọc chậm để làm trong nước mặt, không keo tụ, không lắng sơ bộ. Làm keo tụ chất keo thực hiện bằng các enzim ẩn do các loại tảo và vi khuẩn trú ở trong cát (màng sinh học). Để nhận được kết quả tốt, cần phải có ba cấp lọc:

- Bộ lọc thô với lưu lượng từ 20 đến 30m^3/h.m^2;

- Bộ lọc sơ bộ: từ 10 đến 20m^3/ngàym^2;

- Bộ lọc làm việc: từ 2 đến 5 m^3/ngàym^2.

Tốc độ lọc nhỏ làm giảm tổn thất áp lực ở mỗi cấp và các bộ lọc được thau rửa trung bình một tháng một lần. Bộ lọc thô và lọc sơ bộ thường hay được sử dụng tuỳ theo độ đục của nước thô. Sau khi rửa, chất lượng của nước thường không bảo đảm, cần phải để chảy vào máng xả trong vài ngày đợi tạo thành các màng sinh học. Lọc chậm cho kết quả tốt khi nước chứa ít huyền phù, và duy trì tốc độ lọc nhỏ ở giai đoạn lọc cuối cùng. Ngay sau khi nước trở nên quá bẩn, bộ lọc thô và lọc sơ bộ không đủ hiệu lực, độ đục của nước đã xử lý tăng lên trên giới hạn đã cho theo tiêu chuẩn, nếu ta không kịp giảm tiếp tốc độ lọc.

Các bộ lọc đặc biệt nhạy cảm với sự phát triển của thực vật nổi, nó phong toả bề mặt lọc. Ngoài ra, bộ lọc chậm làm việc với nước thô có chứa nhiều chất hữu cơ và ô nhiễm hoá học, nó cho ta nước có mùi khó chịu.

Vả lại, tác dụng sinh học của bộ lọc chậm không cho phép loại bỏ tất cả chất ô nhiễm (phênon, thuốc tẩy, thuốc trừ sâu). Như vậy hiệu suất loại bỏ thuốc trừ sâu hữu cơ chứa clo chỉ vào khoảng 50%. Kim loại nặng rất khó bị giữ lại.

5.4.4.2. Lọc nhanh

Tuỳ theo từng trường hợp áp dụng, lọc nhanh sử dụng tốc độ từ 4 đến 50m^3/hm^2

• *Trong xử lý nước uống tác động sinh học nhỏ*, trong một số trường hợp có thể xảy ra sự nitrat hoá khi tốc độ bị giới hạn, hàm lượng oxy đủ lớn và điều kiện dinh dưỡng thuận lợi cho các vi khuẩn nitrat hoá.

Người ta chia thành:

- Lọc trực tiếp, nghĩa là nước cần lọc không có một xử lý hoá học nào;

http://tieulun.hopto.org

- Lọc tiếp xúc nước không được lắng trước. Chất phản ứng cho vào ngay trước bể lọc có thể là chất keo tụ, chất phụ gia kết bông và chất oxy hoá;

- Lọc nước keo tụ đã lắng hay đã được tuyển nổi. Trong trường hợp này, bộ lọc làm việc trong tình trạng lý tưởng, thu được nước có chất lượng không đổi và chứa ít tạp chất. Tốc độ lọc liên quan đến chất lượng nước đã lọc mong muốn, nằm giữa 5-20m^3/h.m^2 tuỳ theo chất lượng nước đã lắng và loại bể lọc được dùng. Người ta có thể dùng hai bộ lọc liên tiếp, mỗi tầng lọc có làm keo tụ với chất phụ gia và oxy hoá

• *Trong xử lý nước thải đô thị hay công nghiệp*, lọc luôn kết hợp với tác dụng sinh học chủ yếu do ô nhiễm hữu cơ, cần đưa thêm oxy vào và duy trì nhiệt độ.

5.4.5. Chiều lọc

Nước cần lọc chảy qua môi trường lọc từ trên xuống dưới, môi trường lọc hoàn toàn chìm trong nước. Nước chảy do trọng lực hoặc dưới áp suất.Trong một số bộ lọc, môi trường lọc không chìm hoàn toàn trong nước mà nước chảy qua các kẽ hở trong khối chất lọc, đó là các bộ lọc "khô" đặc biệt hữu ích cho xử lý sinh học.

Các bộ lọc khác chiều lọc cho nước chảy qua môi trường lọc từ dưới đáy lên trên mặt. Ở kỹ thuật này khả năng giữ và chứa cặn lớn, nhưng tổn thất áp lực bị giới hạn bởi trọng lượng của vật liệu lọc. Ngoài giới hạn này, vật liệu lọc bị đẩy lên cao và bộ lọc bị bục. Để tránh nhược điểm này, cần phải đặt hệ thống bao che và giữ vật liệu lọc (lưới bảo vệ).

Có hệ thống giữ này cho phép dùng vật liệu nhẹ hơn nước. Người ta cũng có thể lọc hai chiều: nước cần lọc thấm vào vật liệu lọc đồng thời ở phía trên và phía dưới, còn nước đã lọc lấy ra ở phần giữa khối vật liệu lọc. Một phương pháp lọc có dòng nước đi từ dưới lên qua lớp vật liệu nổi, việc nghiên cứu đang tiếp tục. Cuối cùng, các phép thử đã thực hiện trên bộ lọc có dòng chảy ngang. Nhưng các khó khăn vốn có do lắng đọng và việc thau rửa bộ lọc này đã giới hạn kỹ thuật thực hiện lọc dòng chảy ngang.

6. LẮNG LY TÂM

6.1. Định nghĩa

Lắng ly tâm

Lắng ly tâm là một phương pháp tách các chất, sử dụng lực ly tâm để tạo sự lắng gia tốc các hạt của một hỗn hợp rắn-lỏng. Trong bình ly tâm tạo thành hai pha chính phân biệt:

http://tieulun.hopto.org

- Chất lắng cặn ly tâm, nói chung không có cấu trúc đồng nhất. Thực tế, có sự phân loại giữa các hạt, hạt có tỷ trọng lớn (nằm ở đáy của lớp cặn được giữ lại) và các hạt nhẹ hơn (keo hữu cơ nằm trên mặt);

- Chất lỏng nằm ở trên lớp cặn lắng ly tâm gọi là sản phẩm nổi đã ly tâm thường hợp thành một pha duy nhất đã lọc trong hoặc đôi khi bị hơi vẩn (do có các hạt keo rất nhỏ ít lắng). Tuy nhiên, nó có thể gồm hai hay nhiều pha, nếu chất lỏng gồm các phần tử có tỷ trọng khác nhau (ví dụ có chứa dầu).

Lực ly tâm:

Trong một bình hình trụ (hình 69) quay với tốc độ góc ω (độ/s) hay N (vòng/phút) chứa một vòng chất lỏng bán kính R (m), gia tốc ly tâm γ (m/s^2) của các hạt phải chịu là:

$$\gamma = \omega^2 R = 0,011 N^2 R.$$

Gia tốc sinh ra do tách ly tâm luôn tính quy đổi về gia tốc trọng trường:

$$G = \frac{\omega^2 R}{g} = 11,2 \cdot 10^{-4} N^2 R \quad (g = 9,81 m/s^2).$$

Nếu một bể lắng tĩnh lắng một chất huyền phù tuân theo các luật lắng đọng dưới tác dụng của trọng lực thì các máy quay ly tâm công nghiệp cho phép lắng đọng bằng gia tốc dưới tác dụng của trường ly tâm thay đổi từ 800-4.000g tuỳ theo kích thước của máy.

Lực tác dụng lên một hạt có khối lượng đơn vị tính bằng:

$$F_c = \frac{0,011 N^2 R.(\rho_s - \rho_l)}{g} - G.(\rho_s - \rho_l)$$

Trong đó: ρ_s - Tỷ trọng của hạt;

ρ_l - Tỷ trọng chất lỏng thoát qua kẽ giữa các hạt.

6.2. Phạm vi sử dụng trong xử lý nước

• *Tách các chất rắn từ huyền phù đặc:*

Đó là ứng dụng phổ biến nhất của lọc li tâm. Người ta cũng dùng để xử lý bùn thải, nó cho phép:

- Làm khô nước với sự tạo ra các chất rắn tuỳ theo bản chất của bùn;

- Cô đặc nhanh chóng bùn loãng để tối ưu hoá trong chuyên ngành xử lý bùn (áp dụng nguyên lý cho bùn sinh học nhẹ và một số bùn hydrôxít kim loại).

http://tieulun.hopto.org

Các thiết bị công nghiệp sử dụng nguyên lý này gọi là máy lắng liên tục, máy quay ly tâm.

Sử dụng lực ly tâm cũng có thể áp dụng trong các lĩnh vực sau:

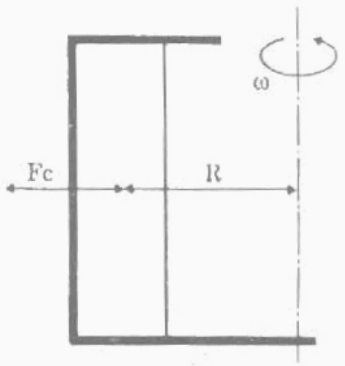
• *Tách huyền phù chứa dầu ít mang chất rắn lơ lửng*

Chúng được dùng ở máy tách kiểu đĩa (hình 70) còn gọi máy lọc đĩa, máy quay rôto ly tâm và trục ngang có thể tạo ra trường ly tâm rất cao (3.000-8.000g) trong công nghiệp ô tô.

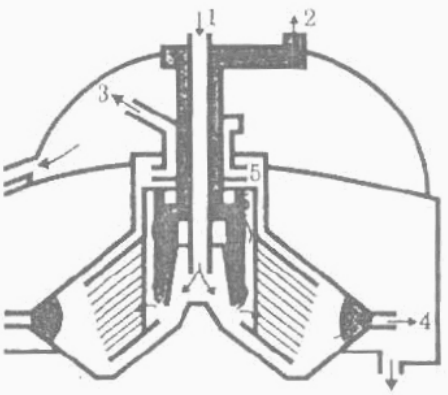
Pha rắn được thoát ra ngoài bằng các lỗ nằm ở ngoài rôto, hay đối với các máy nhỏ bằng cách mở định kì rôto (tự động rửa bùn). Máy tách kiểu đĩa có thể dùng để tách các pha nước và dầu.

• *Tách bùn đặc chứa dầu*

Khi thể tích chiếm bởi các chất cặn quá lớn, có thể tách 3 pha, 3 pha rắn-nước-dầu trên máy lắng liên tục 3 pha trục ngang. Độ tin cậy và tính điều chỉnh tách của 3 pha chỉ có thể bảo đảm được khi đặc tính hoá lý của bùn tương đối ổn định. Thực vậy, vị trí khác nhau của lỗ thu hồi nước và dầu là quyết định. Khả năng điều chỉnh xử lý phụ thuộc vào sự không đổi của thể tích cặn-nước-dầu (áp dụng trong nhà máy lọc dầu).



Hình 69. *Lực ly tâm*



Hình 70. *Máy tách dầu kiểu đĩa 3 pha*

1. Cửa cấp huyền phù dầu; 2. Cửa cho dầu nhẹ ra;
3. Cửa nước ra; 4. Cửa thảo cặn; 5. Tuabin hướng tâm

• *Tách các hạt nặng và các hạt lớn bằng siclon thủy lực*

Siclon thủy lực sử dụng lực ly tâm tạo ra bởi tiếp tuyến của chất lỏng đưa vào với thành bình cố định hình trụ côn, và không có thiết bị chuyển động cơ

http://tieulun.hopto.org

học. Gia tốc tạo ra rất nhỏ, nó sử dụng chủ yếu để làm khô cát đã lắng ở bể lắng cát, nước mặt có nhiều cát bùn.

6.3. Khả năng ly tâm của bùn thải (Bùn nước cống)

Khi ta đưa một mẫu bùn tươi của nước thải đô thị (bùn + bùn keo sinh học) vào một mẫy ly tâm thí nghiệm ở trường 1.500g trong 1 đến 2 phút (hình 71), ta nhận thấy ở cốc ly tâm:

- Một lớp chất lỏng nằm trên lớp cặn có chứa các keo huyền phù mịn;

- Một lớp đáy cặn có thể chia thành hai vùng: một vùng ở dưới tập trung các chất đặc, hàm lượng MS = 25-35%. Tỷ lệ MV/MS = 55-65%.

- Một vùng ở trên loãng hơn chứa các chất ít dính kết tương đối nhão, hàm lượng MS = 10-18% và tỷ lệ MV/MS = 75-85%.

Khi ta thí nghiệm lại với bùn kết bông đặc biệt khi cho thêm chất trợ kết bông là một dung dịch điện phân hữu cơ, ta nhận thấy:

- Hình thành một lớp chất lỏng trong suốt chứa rất ít MS.

- Một lớp cặn đồng nhất có độ đông tụ tốt;

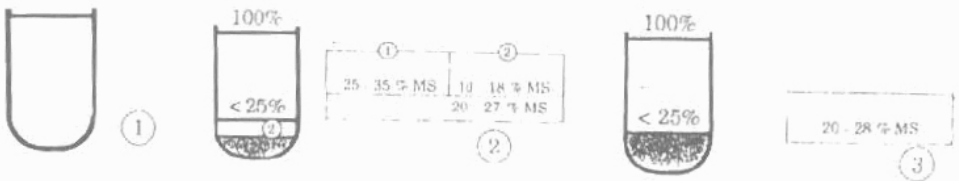
Khả năng loại bỏ bùn được tách bằng ly tâm trong phòng thí nghiệm thành hai pha riêng biệt, là khả năng ly tâm được của bùn, khi dùng chất polyme để nâng cao hiệu quả. Nó đặc trưng bởi:

- Độ trong suốt của chất đã ly tâm phụ thuộc vào trường li tâm, thời gian ly tâm và liều lượng pôlyme thêm vào;

- Thể tích chiếm chỗ của chất cặn, vì nó xác định lưu lượng khối thay thế của máy công nghiệp;

- Tính bền vững của cặn, có thể đo bằng phương pháp đo thẩm thấu. Tham số này để dự kiến khả năng tách lớn nhất của cặn.

Một chất lỏng được tách bởi ly tâm không bao giờ tránh khỏi các hạt keo mịn (nhiễu thuỷ lực trong máy).



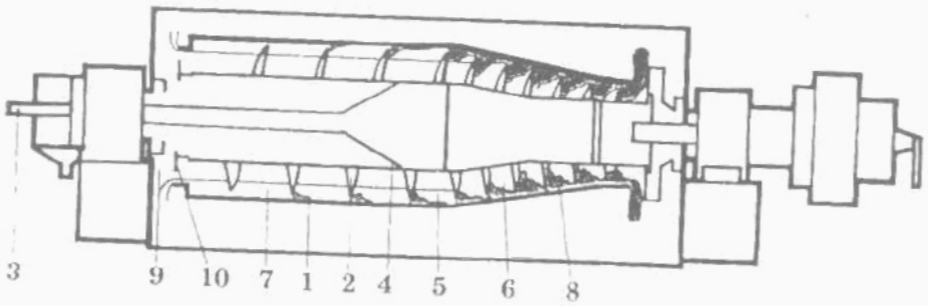
① Bùn trước khi quay ly tâm ; ② Bùn ly tâm không có hóa chất ;
Cặn đặc 25-35MS ; Cặn mềm 10-18 MS ; Tổng cộng: 20-27 MS ;
③ Bùn sau khi kết tủa với chất điện phân 20-28%MS

Hình 71. *Ví dụ cô đặc bằng ly tâm bùn thải đô thị ở phòng thí nghiệm*

http://tieulun.hopto.org

6.4. Máy ly tâm liên tục

Hiện nay, chỉ có các máy lọc ly tâm được dùng để lọc bùn thải đô thị (hình 72).



Hình 72. Mặt cắt của một máy lắng ly tâm liên tục

Các máy lắng ly tâm gồm một rôto hình trụ côn trục ngang (1) quay với tốc độ lớn. Ở trong rôto này đặt một guồng xoắn vô tận (2) quay đồng trục sao cho có sự tiếp xúc vừa khít với bề mặt trong của rôto và các cánh quay với tốc độ khác nhau. Sai lệch của tốc độ gọi là tốc độ quay tương đối V_r. Sản phẩm cần xử lý (3) được dẫn theo hướng trục vào máy nhờ bộ phân phối thích hợp (4). Nó được đẩy vào khoảng không tròn (5) tạo bởi mặt đối diện của rôto và thân guồng xoắn.

Sự lắng được thực hiện chủ yếu trong phần hình trụ của rôto. Tốc độ tương đối của guồng so với rôto tạo ra sản phẩm lắng (6) ở phía trong rôto. Việc chuyển chất rắn dọc theo phần côn cho phép tách chất cặn ra ngoài chất lỏng đã lọc. Khi nguồn cấp liên tục, mức chất lỏng (7) ổn định trong máy tuỳ theo mặt trục tạo ra mặt trong của vòng chất lỏng. Khi chất rắn thoát ra khỏi vòng chất lỏng, phần côn dư ở lại trong phần hình côn cho đến khi dùng bộ vòi phun để tháo. Phần này là một vành làm khô (8). Chất lỏng đã lọc (9) được thu hồi ở đầu khác của rôto (phía có đường lớn) bằng cách tháo cữ điều chỉnh được (10), cữ này hạn chế vòng chất lỏng trong máy. Rôto được bảo vệ bằng một vỏ bọc đồng thời cho phép thu hồi chất lỏng đã lọc và chất cặn.

Máy lắng liên tục dùng trong công nghiệp để tách các sản phẩm kết tinh, cũng phù hợp cho việc xử lý bùn thải.

Các máy lắng được chọn sử dụng nhiều vì:

- Vận hành chắc chắn liên tục (cấp bùn và tháo chất thải);

- Tránh được lắng đọng, pha lỏng không cần chuyển qua môi trường lọc;

http://tieulun.hopto.org

- Tạo ra chất cặn đồng nhất với tỷ lệ giữ lại cao nhờ sử dụng các chất trợ keo tụ đa điện phân.

Máy ly tâm liên tục được đặc trưng bằng một tập hợp các thông số hình học.

6.4.1. Hệ thống dòng chảy cùng chiều hay ngược chiều

Các máy lắng liên tục được phân loại trước hết bằng hướng dòng chảy của bùn lỏng và cặn có đặc.

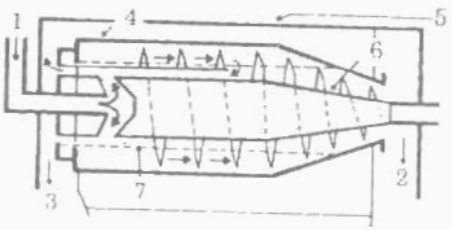
Dòng chảy cùng chiều (hình 73), bùn lỏng được cho vào phía đầu của phần hình trụ đến mức chất lỏng và rắn tiến cùng chiều trong tất cả phần hình trụ. Sự tách cặn ít bị nhiễu loạn thuỷ lực trên hành trình dài. Từ đó ta thấy:

- Thích hợp tốt hơn với sản phẩm khó lọc do mật độ và nồng độ nhỏ;
- Thường tiêu thụ ít polyme. Nhưng:
- Nhạy cảm rất lớn với độ mài mòn (tất cả rôto tiếp xúc với cặn);
- Nói chung, dung lượng thuỷ lực nhỏ và cặn thải hơi ướt;
- Lực quá lớn giữa guồng xoắn và rôto (vận chuyển cặn trên suốt chiều dài của rôto).

Dòng chảy ngược chiều (hình 74), bùn được đưa vào phần trụ côn của rôto ở mức vỡ vụn, ở đây các chất rắn được tách rất nhanh. Từ đó ta thấy:

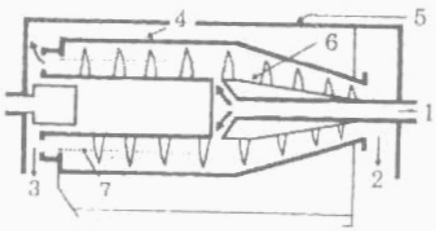
- Phù hợp tốt với bùn đặc;
- Mài mòn cục bộ (chỉ có phần hình côn);
- Dung lượng thuỷ lực lớn hơn (nhưng có khả năng ít trong hơn do dòng xoáy).

Sử dụng hỗn hợp cả hai loại dòng chảy có nhiều ưu điểm hơn.



Hình 73. *Máy ly tâm dòng chảy cùng chiều chảy ngược*

1. Cửa cấp bùn;
2. Cửa tháo cặn;
3. Cửa tháo chất đã lọc;



Hình 74. *Máy ly tâm dòng*

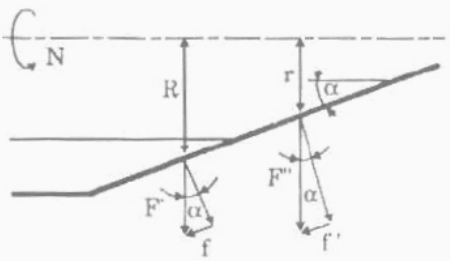
4. Rôto đựng bùn;
5. Vỏ bảo vệ;
6. Guồng nạo xoắn;
7. Vành chất lỏng.

http://tieulun.hopto.org

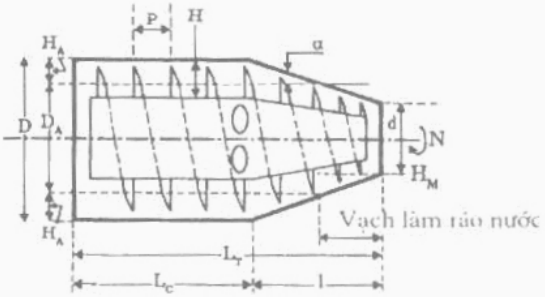
6.4.2. Góc côn

Nói chung góc côn nằm giữa 6° và 10°. Khi cặn đưa vào vùng côn, nó chịu một lực kéo trở lại càng nhỏ khi góc xiên càng giảm. Lực này phụ thuộc vào cường độ trường li tâm. Nó lớn nhất khi cặn thải ra khỏi vành chất lỏng. Ở đó lực cố kết của bùn đặc cần phải giữ lại, nếu không việc tách các chất rất khó và có sự hồi lưu chất rắn đã gạn về phần hình trụ, làm giảm đáng kể hiệu suất tách.

Lực kéo về có thể giảm bằng cách giảm tốc độ quay của rôto (hay tốc độ tuyệt đối V_A), nhưng như vậy sẽ phạm phải sai lầm vì điều đó không lợi cho việc làm khô (hình 75).



Hình 75. *Chỉ số độ côn của rôto và tốc độ quay với lực kéo về*



Hình 76. *Các tham số đặc trưng*

$f = F'_c . \sin\alpha \ (d_S - d_L) = F' . \sin\alpha$

với $F'_c = 11,2 \times 10^{-4} . R . N^2$

$f' = F''_c . \sin\alpha . d_S = F'' \sin\alpha$

với $F''_c = 11,2 \times 10^{-4} . r . N^2$

N. Tốc độ của rôto;

D. Đường kính của rôto;

d. Đường kính hình côn;

L_T. Chiều dài tổng;

L_C. Chiều dài tụ (gọi là chiều dài tách bùn);

α. Góc côn;

l. Chiều dài phần hình côn;

H. Chiều cao ren giữa vít và rôto;

P. Bước cánh nạo;

H_A. Đáy vành chất lỏng;

H_M. Chiều sâu vành chất lỏng tràn;

D_A. Đường kính trong của vành chất lỏng.

6.4.3. Các tham số khác (hình 76)

6.4.3.1. Đường kính rôto D

Nó đặc trưng cho các gam máy có đường kính từ 0,15 đến 1,7m. Lưu lượng xử lý Q phụ thuộc vào D, đồng thời phụ thuộc vào tỷ số L_T/D. Các máy dài (L_T/D lớn hơn 3 hay 4) bảo đảm cùng dung lượng thuỷ lực với đường kính nhỏ hơn làm cải thiện được chi phí năng lượng và gia tốc. Đặc biệt đối với phần hình trụ được kéo dài có L_C/D lớn hơn 2 thậm chí 3 lần. Việc xử lý bùn nhão, lực cố kết bùn thường hạn chế hiệu năng của máy.

http://tieulun.hopto.org

6.4.3.2. Diện tích lọc S của vành chất lỏng cực đại

Tham số quan trọng này xác định diện tích lọc lớn nhất, được tính bằng công thức:

$$S = \pi.D_A.L_C \quad (m^2)$$

Tỷ số Q/S dùng để định kích thước. Tuy nhiên nó không kể đến dòng xoáy thuỷ lực nội bộ ở rôto.

6.4.3.3. Hệ số Σ (hình 77)

Nó biểu thị diện tích tương đương của một máy lắng ly tâm làm việc ở 1.000g so với một bể lắng đơn giản. Tham số này được tính đơn giản như sau:

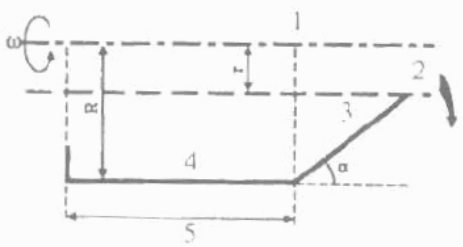
$$\Sigma = \frac{2k\pi\omega^2.L_C}{g}(3/4R^2 + 1/4r^2) \quad (m^2)$$

Để so sánh giữa các máy, Σ được tính ở tốc độ chuẩn N

$$\Sigma_N = \Sigma.G.10^{-3}$$

Σ_N dùng để ngoại suy dung tích thuỷ lực của máy ở các gam khác nhau.

Tuy vậy, cần phải sử dụng thận trọng tham số Σ_N trong xử lý bùn chảy trôi vì không kể đến dòng xoáy gây ra bởi guồng nạo, cũng không tính đến mối liên hệ với cửa ra của bùn ngoài vành chất lỏng.



R-Bán kính rôtô
r- Bán kính vành chất lỏng cực đại
1. Trục quay;
2. Tháo cặn;
3. Vùng làm khô;
4. Vùng Tách;
5. Chiều dài lọc

Hình 77. *Xác định hệ số Σ*

6.4.3.4. Dòng thuỷ lực chảy lọt qua

Dòng này được đặc trưng bằng dòng xoáy và năng lượng sinh ra khi đi qua tiết diện thu hẹp nằm giữa thân vít và rôto. Nó bị nhiễu loạn bởi cánh nạo xoắn quay với tốc độ lớn. Đối với phần lớn bùn thải đều mang chất cặn khó làm đặc lại dòng chảy lọt qua nhỏ nhất, thường là một tham số chính.

• *Tốc độ trục V_T chuyển qua vành chất lỏng được tính bằng*

$$V_T = Q/S_A \quad (m^3/m^2h).$$

Trong đó: Q - Lưu lượng (m^3/h);

S_A - Tiết diện ngang của vành chất lỏng (m^2).

http://tieulun.hopto.org

Đối với bùn rất cố kết, tốc độ này không được vượt quá 100-180m^3/m^2h.

• *Dòng khối F_T trong vành chất lỏng được tính bằng*

$$F_T = Q/V_C \qquad (m^3/m^2h).$$

Với V_C - Thể tích lắng trong hoặc bằng $S_A.L_C$ (m^3).

Giá trị lớn của chiều cao cánh nạo H thích hợp cho vận chuyển tĩnh. Nếu bùn cho phép tăng thể tích lọc nói chung kéo theo lưu lượng lớn.

6.4.3.5. Thời gian lắng T

$$T = 3.600 \times V_C/Q \quad (s)$$

Nói chung nằm giữa 40 và 100 cho phần lớn các ứng dụng.

6.4.3.6. Guồng xoắn

Chiều cao của cánh cũng như bước xoắn có ảnh hưởng đến dung tích thuỷ lực của máy. Đó là bộ phận rất hay mòn và cánh xoắn nói chung được bảo vệ bằng các hợp kim stelit (độ cứng 48-50° Rockwell), cacbua tungsten bột (62-65° Rockwell), crôm hay phủ gốm hoặc cacbua tungsten nấu chảy. Đối với một số ứng dụng, guồng xoắn có bước giảm dần về phía hình côn để nén chặt hơn chút ít chất cặn. Đôi khi nó dùng thêm các cánh có lỗ trong vùng hình trụ để cho dòng chảy ít bị xoáy.

7. TẠO TẦNG SÔI (HÓA LỎNG)

Kỹ thuật này dùng trong các công trình đơn vị khác nhau để xử lý nước:

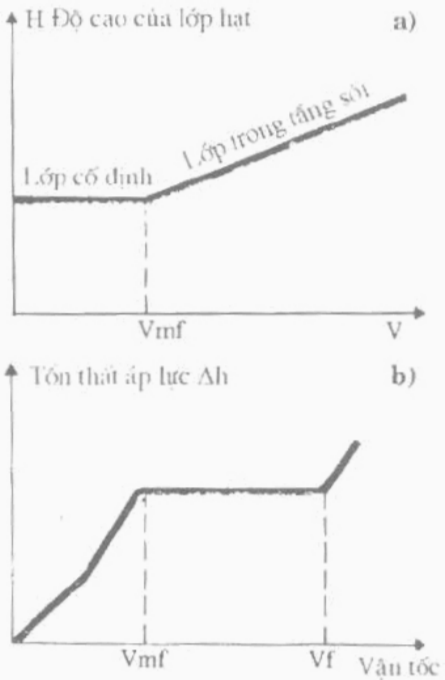
- Bể phản ứng sinh học có lớp lơ lửng trong chất lỏng (nước);
- Bộ lọc và bể phản ứng lò sinh học có lớp lọc hạt (khi rửa);
- Thiết bị sấy khô và lò đốt có tầng sôi.

Trong lò phản ứng nói chung có hai pha, một chất lỏng chuyển qua các hạt rắn từ thấp lên cao, mỗi hạt chịu tác dụng của trọng lực và lực ma sát do chất lỏng gây nên. Nếu tốc độ dâng lên của chất lỏng nhỏ hơn tốc độ giới hạn, thì các hạt có xu hướng lắng xuống, còn khi tốc độ dâng lên của chất lỏng lớn hơn, các hạt có xu hướng kéo lên phía trên cùng chất lỏng. Như vậy một tầng sôi được tạo ra từ tập hợp các hạt với các kích thước khác nhau.

Thực tế, khi đặt một khối hạt rắn vào cột chất lỏng có tốc độ nước dâng lên tăng dần, thì ta thu được kết quả tóm tắt trên đồ thị hình 78. Sự giãn nở của vật liệu tăng cùng với tốc độ tăng của dòng chất lỏng. Kết quả này đúng với tổn thất áp lực, cho đến một tốc độ xảy ra sự hoá lỏng của lớp V_{mf}. Tốc độ này cũng phụ thuộc vào nhiệt độ. Bắt đầu từ giá trị này, tổn thất áp lực

http://tieulun.hopto.org

giữ không đổi. Đối với vật liệu mà có hệ số đồng đều bằng 1, giá trị này được xác định dễ dàng. Điều đó không thể có đối với vật liệu thực. Trong trường hợp này, ta xác định giá trị V_{mf} bằng giao điểm kéo dài của hai phần đường thẳng của đường cong ở hình 78a. Bắt đầu từ sau tốc độ V_f, vật liệu bị kéo theo dòng chất lỏng (hình 78b).



Hình 78. *Quan hệ của một lớp hạt dưới tác dụng của dòng chất lỏng đi lên*

Trong xử lý sinh học, người ta dùng các vật liệu có kích thước hiệu dụng nhỏ, nhưng có diện tích bề mặt riêng lớn. Ích lợi của diện tích bề mặt lớn là cố định và làm phát triển một khối vi khuẩn lớn. Ta cũng có thể thu được độ hoạt tính của vi khuẩn lớn hơn rõ rệt so với trường hợp chỉ có vi khuẩn tự do. Sự sinh trưởng của vi khuẩn trên bề các hạt tạo ra một màng mỏng có hoạt tính lớn, còn bề dày của màng lại nhỏ. Ngoài ra tập hợp các hạt có màng mỏng tạo ra các phần tử mới mà mật độ trung bình thực tế nhỏ hơn mật độ thực của các hạt gốc. Với cùng tốc độ đi lên, sự giãn nở của vật liệu tăng khi bề dày màng mỏng tăng.

Bảng 37. Một số giá trị tốc độ tạo tầng sôi của một số vật liệu lọc thường dùng

Vật liệu	Cát (hạt tròn)		Antraxít (1,4 - 2,5mm)		Đá bọt	Biolit L (2,7 mm)
	TEN 0,55	TEN 0,55	Gia công nhiệt	Tự nhiên		
TE, (mm)	0,53	0,95	1,62	1,16	1,38	2,58
V_{mf} (m/h)	21	47	65	38	37	125

Sự hoạt động của bể phản ứng có lớp hoá lỏng quyết định bởi:

- Sự phân bố đồng đều chất lỏng từ đáy bể;
- Vật liệu tiếp xúc đồng nhất và chống được mài mòn;

http://tieulun.hopto.org

- Sử dụng hệ thống rửa tốt, cho phép loại bỏ bùn dư nhưng lại giữ được một lượng đủ vi khuẩn để có thể khởi động lại lò phản ứng. Các vật liệu dùng được là cát, đá bọt, BIOLITE,... Một số giá trị của tốc độ hóa lỏng của một số vật liệu thường dùng cho ở bảng 37.

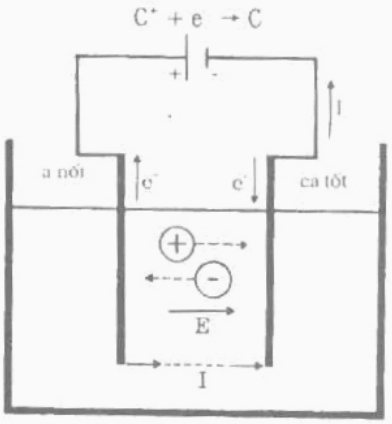
8. ĐIỆN PHÂN

8.1. Các nguyên lý cơ bản - định nghĩa

Ứng dụng sự chênh lệch điện thế giữa hai điện cực nhúng chìm vào bình điện phân (dung dịch chứa ion) để tạo ra một điện trường định hướng, các ion chuyển động trong điện trường này. Cation chuyển dịch về catốt, các anion về anốt. Khi điện áp bắt đầu đủ lớn, phản ứng sau đây sinh ra ở mặt phân cách chất dung dịch-điện cực:

- Ở anốt: oxy hoá phát ra các electron: $A^- \rightarrow A + e^-$

- Ở catốt: khử với việc thu các electron: $C^+ + e \rightarrow C$



Hình 79. Cơ chế điện phân

8.1.1. Hệ thức Nernst

Để hở dung dịch điện phân (dòng điện bằng không), một điện cực có một điện áp bằng E_0. Điện áp này tương ứng với cân bằng các chất có trong dung dịch, được gọi là thế cân bằng tuân theo quan hệ Nernst.

$$E_0 = E_0^0 + \frac{RT}{nF} . \ln \frac{A_{ox}}{A_{red}}$$

Trong đó: E_0 - Thế cân bằng điện lực;

E_0^0 - Thế cân bằng điện cực trong điều kiện chuẩn (hoạt tính của chất oxy hoá và khử bằng đơn vị).

R - Hằng số mol của khí lý tưởng;

F - Hằng số Faraday;

T - Nhiệt độ tuyệt đối;

n - Số electron dùng trong quá trình điện hoá;

A_{ox} - Hoạt tính của chất oxy hoá;

A_{red} - Hoạt tính của chất khử.

http://tieulun.hopto.org

Độ hoạt tính có thể lấy tương tự như hoạt tính của dung dịch lí tưởng. Điện thế E_0^0 và E_0 được tính bằng cách so sánh với điện cực chuẩn (nói chung một điện cực chuẩn là hydrô). Bảng 38 cho giá trị điện thế cân bằng chuẩn của một vài cặp điện hoá ở 25°C so với điện cực chuẩn.

Bảng 38. Thang Nernst điện thế cân bằng chuẩn

Kim loại	Phản ứng ở điện cực	Điện thế cân bằng
Mage	$Mg = Mg^{2+} + 2e^-$	- 2,34
Bery	$Be = Be^{2+} + 2e$	- 1,70
Nhôm	$Al = Al^{3+} + 3e$	- 1,67
Mangan	$Mn = Mn^{2+} + 2e^-$	- 1,05
Kẽm	$Zn = Zn^{2+} + 2e$	- 0,76
Crôm	$Cr = Cr^{3+} + 3e^-$	- 0,71
Sắt	$Fe = Fe^{2+} + 2e$	- 0,44
Niken	$Ni = Ni^{2+} + 2e^-$	- 0,25
Chì	$Pb = Pb^{2+} + 2e$	- 0,13
Hydrô	$H_2 = 2H^+ + 2e^-$	- 0,000
		Theo quy ước
Đồng	$Cu = Cu^{2+} + 2e^-$	+0,34
Đồng	$Cu = Cu^+ + e$	+0,52
Bạc	$Ag = A^+ + e$	+0,80
Platin	$Pt = Pt^{2+} + 2e^-$	+1,20
Vàng	$Au = Au^{3+} + 3e^-$	+1,42

8.1.2. Điện áp điện phân

Ở chế độ làm việc chuẩn của một bình điện phân, điện áp V phải tuân theo luật sau:

$$V = (E_0 + \eta)_{Anôt} - (E_0 + \eta)_{Catôt} + rI$$

Trong đó: E_0 - Điện thế cân bằng của các điện cực;

η - Quá điện áp ở các điện cực;

rI - Giảm điện trở do điện dẫn của dung dịch.

8.1.3. Định luật Faraday

Định luật Faraday nêu quan hệ về lượng điện tích chuyển qua một bình điện phân với biến độ của phản ứng xảy ra ở mặt phân giới điện cực-dung dịch điện phân:

http://tieulun.hopto.org

$$P = R_F \frac{M}{n} \cdot \frac{It}{Ne_0}$$

Trong đó: P - Khối lượng của chất sử dụng trong quá trình phản ứng (g);

R_F - Hiệu suất của dòng điện;

M - Khối lượng phân tử (mol) của chất điện phân (g);

It Lượng điện tích chuyển qua bình (culông);

n - Số điện tử gam trao đổi khi phản ứng.

N - Số Avogadrô = $6,02.10^{23}$ cho một mol;

e_0 - Điện tích của electron = $1,6.10^{-19}$ C.

8.2. Ứng dụng công nghiệp

8.2.1. Điện giải để sản xuất Hypoclorit-natori

Điện giải là một kỹ thuật để sản xuất ra dung dịch loãng hyproclorit natri từ một dung dịch clorua natri (nước biển hay nước muối).

8.2.1.1. Phản ứng tạo hypoclorit từ clorua

Có thể tóm tắt theo phản ứng tổng quát sau:

$$2NaCl + H_2O \rightarrow NaClO + NaCl + H_2$$

• *Các phản ứng chính*

Điện hoá:

Catôt (nối với cực-nguồn) Anôt (nối với cực + nguồn)

$$2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + \boxed{2OH} \qquad \boxed{Cl_2} + 2e \leftarrow 2Cl$$

Hoá học: $Cl_2 + 2OH^- \rightarrow ClO^- + Cl^- + H_2O$

$ClO^- + H_2O \rightleftarrows HClO + OH^-$

• *Các phản ứng ký sinh*

- Di chuyển và oxy hoá các ion OH^- ở anot:

$$2OH^- \rightarrow 1/2O_2 + H_2O + 2e$$

- Khử ClO^- ở catôt:

$$ClO^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Cl^- + H_2O$$

http://tieulun.hopto.org

- Tạo thành hydrôxít chính:

$$Mg(OH)_2Mg^{2} + 2OH \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow$$

8.2.1.2. Phạm vi ứng dụng

Hypoclorit natri có khả năng oxy hoá mạnh và kéo dài thích hợp cho việc phá cấu trúc hữu cơ, nó là chất phản ứng lý tưởng trong xử lý nước. Sự sản xuất nó theo phương pháp điện phân loại bỏ những khó khăn về mặt an toàn trong cung cấp và dự trữ clo.

Điện phân nước biển được phát triển chủ yếu để bảo vệ hệ thống làm lạnh ngoài khơi, các nhà máy điện hoặc các nhà máy lấy nước từ nước biển, chống lại sự sinh sôi nảy nở của tảo và động vật thân mềm.

Tiêu thụ năng lượng của một xưởng điện phân công nghiệp nằm trong khoảng 4kWh/kg sản phẩm clo tương đương. Nồng độ dung dịch hypoclorit thay đổi từ 1-3g clo tương đương trên một lít.

8.2.2. Sự keo tụ bằng điện phân

Phương pháp điện hoá sử dụng ở một số nước thải để tạo kết bông theo các quá trình sau:

- Tạo một điện trường giữa hai điện cực thích hợp cho sự va chạm các điện tích có trong nước thải;

- Giải phóng ion kim loại (Fe, Al) bằng cách hoà tan anốt, các ion tạo ra các hydroxit thích hợp cho việc tạo thành các bông keo tụ.

Tiêu thụ năng lượng của phương pháp này thay đổi tuỳ theo các ứng dụng khác nhau nhưng nằm trong khoảng từ 2 đến 4kWh/m^3 nước đã xử lý.

8.2.3. Ứng dụng khác

- Tuyển nổi bằng điện;
- Phân tách băng điện;
- Mạ điện.

9. TÁCH LOẠI BẰNG MÀNG

Phương pháp tách loại và cô đặc bằng màng đã biết từ hàng trăm năm nay. Đương nhiên phải đến năm 60 với sự phát triển của màng từ vật liệu tổng hợp thì mới ứng dụng cụ thể vào công nghiệp. Từ những năm 70, phương pháp này đã trở nên quen biết với sự phát triển đáng kể về:

- Số lượng các màng đã phát triển và đưa ra thị trường;

http://tieulun.hopto.org

- Hiệu năng và khả năng ứng dụng trong công nghiệp cũng như trong xử lý nước và các chất lỏng khác.

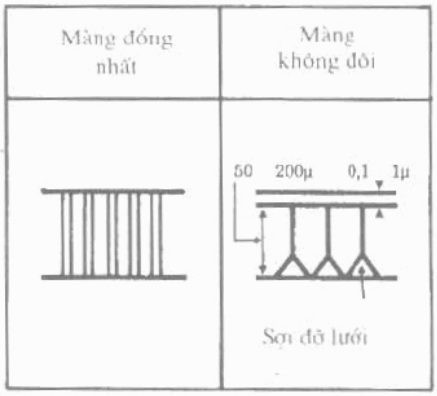
Để tránh đơn giản hoá, người ta đã đưa ra cách phân loại mới các màng và trình bầy một cách sâu sắc về việc tách loại mà chúng có khả năng đảm nhận hay cấu trúc của chúng. Ở đây chúng ta chỉ giới hạn ở các màng và các phương pháp có liên quan đến xử lý các dung dịch và loại bỏ nước.

9.1. Khái quát

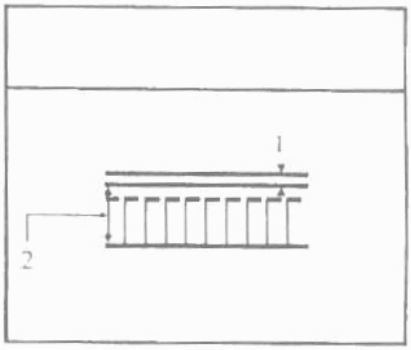
Tất cả vật liệu làm ra màng và được gọi là màng mỏng, khi màng có bề dày (0,05mm-2mm) và có khả năng tạo ra sức cản để tách một số phần tử có trong nước như cặn lơ lửng, cặn và ion hoà tan, dung môi khi cho dung dịch nước đi qua màng .

9.1.1. Cấu trúc của màng

Từ khi đưa vào sử dụng các màng thẩm thấu ngược đầu tiên bằng axetat hoặc xenlulô, một số lớn các màng hữu cơ (polyme) ngay cả màng vô cơ (ví dụ các màng bằng gốm nấu chảy như Al_2O_3, cabon, cacbua, silic, zircon) dần dần tăng thêm danh sách các màng. Chúng được đặc trưng bằng các cấu trúc (hình 80 và 81).



Hình 80. *Cấu trúc màng đồng nhất và không đối xứng*



Hình 81. *Cấu trúc màng composite*
1. Vật liệu có độ rây 0,05-0,5µ;
2. Vật liệu nhiều lỗ xốp, độ xốp: 50-200µ.

- *Màng đồng nhất*

Màng được đục các lỗ có dạng hình trụ bằng kỹ thuật bắn phá bằng chùm tia, sau đó cho hoá chất tác động (một trong số đó được dùng như màng lọc microfil (như là màng nuclepor)).

http://tieulun.hopto.org

- Hiệu năng và khả năng ứng dụng trong công nghiệp cũng như trong xử lý nước và các chất lỏng khác.

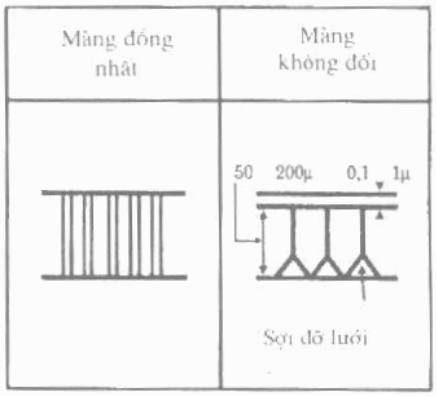
Để tránh đơn giản hoá, người ta đã đưa ra cách phân loại mới các màng và trình bầy một cách sâu sắc về việc tách loại mà chúng có khả năng đảm nhận hay cấu trúc của chúng. Ở đây chúng ta chỉ giới hạn ở các màng và các phương pháp có liên quan đến xử lý các dung dịch và loại bỏ nước.

9.1. Khái quát

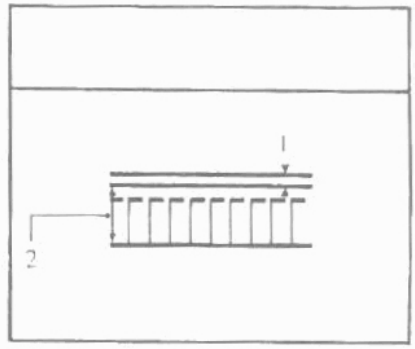
Tất cả vật liệu làm ra màng và được gọi là màng mỏng, khi màng có bề dày (0,05mm-2mm) và có khả năng tạo ra sức cản để tách một số phần tử có trong nước như cặn lơ lửng, cặn và ion hoà tan, dung môi khi cho dung dịch nước đi qua màng .

9.1.1. Cấu trúc của màng

Từ khi đưa vào sử dụng các màng thẩm thấu ngược đầu tiên bằng axetat hoặc xenlulô, một số lớn các màng hữu cơ (polyme) ngay cả màng vô cơ (ví dụ các màng bằng gốm nấu chảy như Al_2O_3, cabon, cacbua, silic, zircon) dần dần tăng thêm danh sách các màng. Chúng được đặc trưng bằng các cấu trúc (hình 80 và 81).



Hình 80. *Cấu trúc màng đồng nhất và không đối xứng*



Hình 81. *Cấu trúc màng composite*
1. Vật liệu có độ rây 0,05-0,5µ;
2. Vật liệu nhiều lỗ xốp, độ xốp: 50-200µ.

- *Màng đồng nhất*

Màng được đục các lỗ có dạng hình trụ bằng kỹ thuật bắn phá bằng chùm tia, sau đó cho hoá chất tác động (một trong số đó được dùng như màng lọc microfil (như là màng nuclepor)).

http://tieulun.hopto.org

• *Màng không đối xứng* : Màng hỗn hợp

Điều chế chỉ một tầng từ vật liệu polyme, nhưng trong tầng này lớp thấm chọn lọc giảm thành một "lớp da" rất mỏng nhằm mục đích hạn chế sức cản vận chuyển (sức cản này tỷ lệ với chiều dày lớp lọc). Điều đó có thể thực hiện bằng cách khoan dày các lỗ nhỏ và chồng nhiều lớp lên nhau để bảo đảm độ bền cơ học mà không cản lưu lượng nước thoát qua màng. Ta có thể cải thiện đô bền cơ học của bộ lọc màng bằng cách trải màng trên một lớp vải tăng cường cho lớp màng mỏng.

• *Màng composite:*

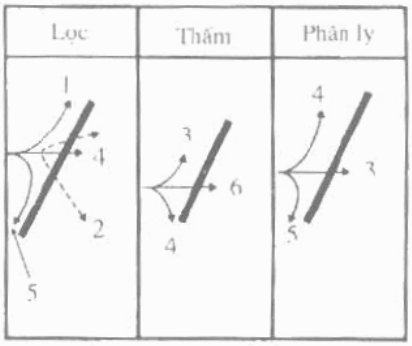
Xuất hiện gần đây kỹ thuật cho phép đặt lớp mỏng thấm chọn lọc như một lớp da đặt lên một giá đỡ khoan lỗ trước không đối xứng. Hai vật liệu kết hợp với nhau thường có tính chất khác nhau. Điều đó cho phép sử dụng tốt hơn tính chất của hai vật liệu, độ bền cơ học và tính chọn lọc.

9.1.2. Cơ chế chuyển dịch qua màng mỏng.

Chúng được chia thành 3 loại (hình 82).

• *Màng lọc:*

Người ta dùng màng bán thấm thấu: Dung dịch được cô đặc bằng cách chuyển qua có chọn lọc của nước (chuyển dịch đối lưu của dung môi trong môi trường xốp), còn các thành phần khác của chất lỏng được giữ lại ít nhiều trên mặt môi trường xốp tuỳ theo kích thước của chúng. Trường hợp lý tưởng ta muốn có một màng chỉ thấm thấu nước (thấm thấu lý tưởng).



Hình 82. *Cơ chế chuyển dịch qua màng lỏng*

1. Dung dịch thuốc mạnh; 2. Dung dịch thuốc yếu; 3. Dung dịch thực; 4. Nước; 5. Phân tử; 6. Áp lực.

• *Thấm lọc:*

Có khả năng tách phân đoạn một hỗn hợp bằng dịch chuyển chọn lọc của một thành phần trong pha khí chuyển qua màng.

• *Sự thấm lọc có chọn lọc:*

Các màng sử dụng cho phép chuyển dịch có chọn lọc các ion hay không, nước không dịch chuyển qua màng. Các màng này có thể là trung hoà hay tích điện. Khi chúng tích điện (vật liệu tương ứng là nhựa trao đổi ion, có dạng mỏng), chúng sẽ vận tải các ion có dấu ngược lại. Vậy ta có thể cấu tạo các màng cation chỉ cần các cation, màng anion không cho chuyển qua các anion.

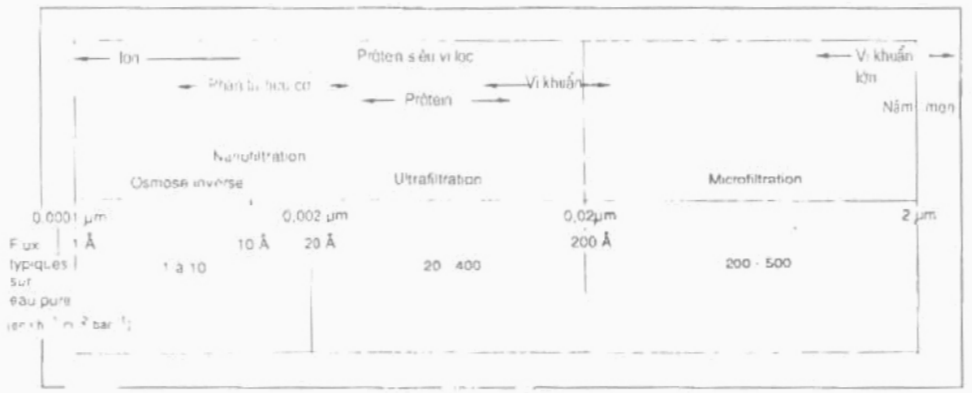
http://tieulun.hopto.org

9.2. Màng bán thẩm thấu (hay màng lọc)

Đối với các màng này, nước là pha được ưu tiên chuyển qua dưới tác dụng của gradien áp suất. Chúng được miêu tả như một màng lọc và được phân loại chức năng theo kích cỡ lỗ rỗng. Cách phân loại này là theo thói quen, tuy nhiên có một số thiếu sót: (hình 83).

- Rất khó nêu rõ chính xác kích thước các lỗ bằng phương pháp thông thường (điểm tạo bọt, đo độ xốp bằng thuỷ ngân, kính hiển vi quang học và điện tử) ngay cả khi chỉ để đạt tới phạm vi siêu lọc;

- Máy móc chuyển dịch lọc cổ điển (chuyển dịch đối lưu nước trong môi trường xốp và lọc rây các hạt có kích thước lớn hơn kích thước lỗ), thích hợp cho vi lọc và siêu lọc, không thích hợp khi đề cập cách lọc các màng lọc nanomet và màng lọc tinh vi, một cách chính xác là màng lọc thẩm thấu ngược.



1. Ion phân tử hữu cơ; 2. Nước dàng đẩy; 3. Protein siêu vi lọc;
4. Vi khuẩn; 5. Vi khuẩn lớn; 6. Nấm, men.

***Hình 83.** Các loại màng lọc*

9.2.1. Thẩm thấu ngược (RO)

Sự phân loại này rất quen biết, thẩm thấu ngược:

Sử dụng tính chất của màng bán thẩm thấu cho nước chạy qua, tất cả các chất hoà tan bị giữ lại, trừ một vài phân tử hữu cơ rất gần nước (khối lượng mol nhỏ, phân cực mạnh).

Khi một dung dịch muối có đặc được ngăn cách bằng màng với một dung dịch loãng hơn sự chênh lệch thế năng hoá học có xu hướng làm nước chuyển từ ngăn có thế năng hoá học thấp hơn sang ngăn có thế năng cao để pha loãng ra (thẩm thấu tự nhiên). Nếu muốn cản lại sự khuếch tán này, cần phải đặt một áp suất lên mặt dung dịch muối đặc.

Khi cân bằng, sự chênh lệch áp suất tạo ra được gọi là áp suất thẩm thấu của hệ thống (hình 84).

http://tieulun.hopto.org

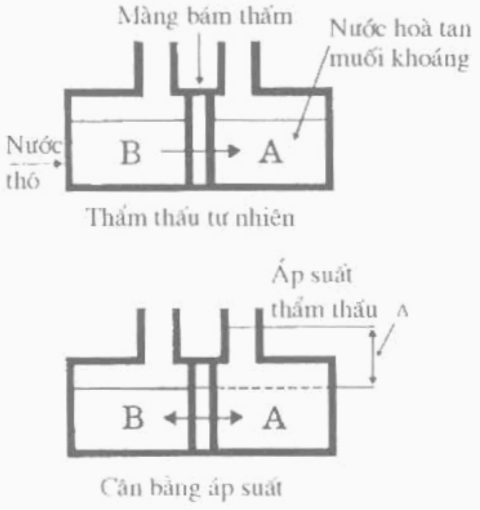
Quan hệ giữa áp suất thẩm thấu và nồng độ: $\pi = \Delta C.R.T$

Trong đó:

π - Áp suất thẩm thấu (Pa);

ΔC - Độ sai lệch nồng độ (mol/m^3),

$$\Delta C = \frac{\text{Trọng lượng phân tử kg/mol}}{\text{Nồng độ tính bằng kg/ m}^3}$$



Hình 84. *Hiện tượng thẩm thấu*

Quan hệ giữa áp suất thẩm thấu và nồng độ: $\pi = \Delta C.R.T$

R - Hằng số mol của khí lý tưởng = 8,314 (J/mol.K);

T- Nhiệt độ (K).

Ví dụ: Nồng độ của một dung dịch 100kg/m^3; T = 300K, hợp chất có khối lượng mol 0,050kg/mol: $\Delta C = \frac{100}{0,050}$;

Áp suất thẩm thấu: $\pi = \frac{100}{0,050} \times 300 \times 8,314 = 50.10^5 Pa = 50bar.$

Tương tự: Đối với một chất khối lượng mol 0,5kg/mol, $\pi = 5bar$.

Đối với hợp chất khối lượng mol 50kg/mol, $\pi = 0,05bar$.

Ta nhận xét rằng: phân tử càng nhỏ (khối lượng mol bé), áp suất thẩm thấu tạo ra với cùng trị số sai lệch nồng độ càng cao. Điều đó giải thích rằng siêu lọc dẫn đến áp suất thẩm thấu nhỏ hơn so với áp suất thẩm thấu ngược.

Hình 85 chỉ ra các định luật lý thuyết, không áp dụng cho ở nồng độ cao hơn.

Thực vậy, để tạo ra nước "lọc" từ một dung dịch muối, cần phải vượt qua áp suất thẩm thấu của dung dịch và ta cũng có thể nói rằng: để nhận được lưu lượng kinh tế thích hợp, cần phải làm việc với áp suất ít nhất lớn gấp 2 lần áp suất thẩm thấu, hoặc đối với nước lợ chứa một vài gam muối cho một lít, áp suất nén cần từ 5-30bar, đối với nước biển, áp suất này từ 50-80bar.

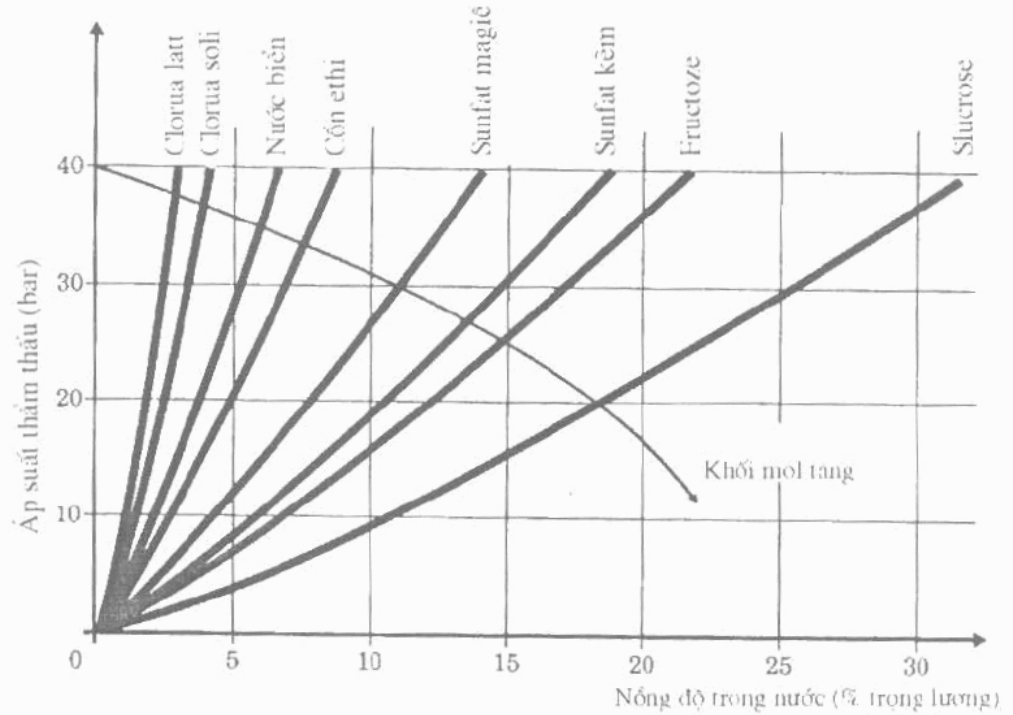
Một hiện tượng thứ hai làm tăng áp lực cần thiết trong thẩm thấu ngược (hình 86). Khi nước chuyển qua, các phần tử và ion giữ lại có xu hướng tích

http://tieulun.hopto.org

tụ lại dọc theo toàn bộ bề mặt màng, như vậy làm tăng độ muối thực phải xử lý bằng màng. Do đó phải tăng áp suất để "thắng" sự cản trở việc loại bỏ muối của dung dịch. Điều đó dẫn đến chi phí năng lượng cao, đồng thời có nguy cơ kéo theo kết tủa, nếu sản phẩm hoà tan có một cặp cation-anion vượt quá trong lớp mỏng bao dọc theo màng. Đó là hiện tượng phân cực nồng độ của màng và được đặc trưng bằng hệ số: $\psi = C_m/C_e$; với C_m - nồng độ chất lỏng tiếp xúc với màng; C_e - nồng độ chất lỏng phải xử lý.

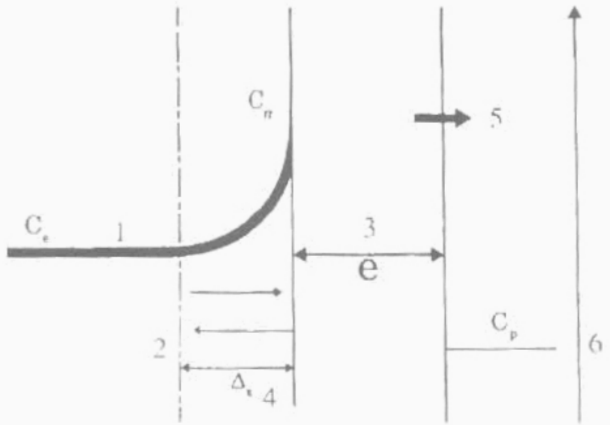
Hiện tượng này được giảm nhẹ bằng cách quét bề mặt phía trước màng để hạn chế bề dày của lớp bao, dễ dàng khuếch tán lại các chất hoà tan đã đóng lại, nhưng nó lại giảm phần nước đã loại bỏ muối. Trong hệ thống công nghiệp ta tìm cách để duy trì hệ số ψ khoảng từ 1 đến 1,4. Để mô tả hiện tượng đã quan sát, mô hình tốt nhất là mô hình theo luật khuếch tán. Nước xem như hoà tan dưới tác dụng của hiệu ứng gradiên áp suất, còn muối chỉ dịch chuyển dưới một tác dụng của hiệu ứng gradien nồng độ.

Đối với một dung dịch muối, dòng nước và dòng muối tuân theo định luật FICK và HENRY.



Hình 85. *Áp suất thẩm thấu của các dung dịch khác nhau*

http://tieulun.hopto.org



Hình 86. *Tính phân cực của nồng độ*
1. Sự tích tụ; 2. Khuếch tán; 3. Màng; 4. Lớp bao;
5. Dòng nước; 6. Nồng độ hoà tan.

• *Đối với nước*:

$$Q_p = K_p \cdot \frac{S}{e}(\Delta P - \Delta\pi) \cdot K_t$$

Trong đó: Q_p - Lưu lượng nước chuyển qua màng;

K_p - Hệ số thẩm thấu nước của màng;

S - Diện tích màng;

e - Bề dày của màng;

ΔP - Chênh lệch áp suất giữa các phía của màng;

$\Delta\pi$ - Hiệu số áp suất thẩm thấu giữa các phía của màng;

K_t - Hệ số nhiệt độ.

Lưu lượng nước chuyển qua màng tỷ lệ với gradien áp suất hiệu dụng, thể hiện bằng hiệu số áp suất thuỷ lực và hiệu số áp suất thẩm thấu.

Hệ số K_t cũng tính đến độ nhớt của nước, nó giảm khi nhiệt độ tăng (2,5-3% cho khoảng cách tăng 15°C)

• *Đối với muối*:

$$Q_s = K_s \cdot \frac{S}{e} \Delta C \cdot K_t$$

Trong đó: Q_s - Lưu lượng muối chuyển qua màng;

K_s - Hệ số thẩm thấu của màng trong dung dịch;

S - Diện tích của màng;

e - Bề dày của màng;

http://tieulun.hopto.org

ΔC - Hiệu số nồng độ ion ở các phía khác nhau của màng,

$C_m - C_p$ hay $C_e\ \psi - C_p$;

K_t - Hệ số nhiệt độ.

Lưu lượng muối tỷ lệ trực tiếp với gradien nồng độ qua màng. Đối với một màng và một dung dịch đã cho, giá trị của nó không phụ thuộc vào áp suất đưa vào.

Nồng độ của muối trong chất thấm lọc cho bằng tỷ số của hai phương trình trên.

$$C_p = \frac{Q_S}{Q_p} = \frac{K_s\ C_m}{K_p\ \Delta P - \Delta\pi} \frac{Ce}{} = \frac{K_S.\psi.C_e}{K_p(\Delta P - \Delta\pi) + K_s};$$

Nồng độ này tỷ lệ với Gradien nồng độ qua màng và tỷ lệ nghịch với gradien áp suất thực ($\Delta P - \Delta\pi$). Nó không phụ thuộc vào bề dày của màng.

Mặt khác, các phương trình ở trên chỉ rõ rằng: độ lớn của ψ cũng làm tăng sự phân cực $\Delta\pi$.

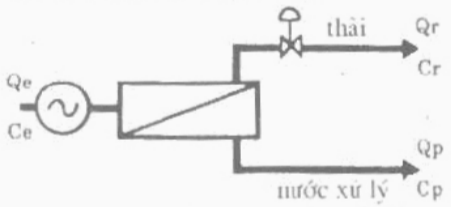
Trong tất cả hệ thống (RO), ta thấy khuynh hướng sau:

	Lưu lượng chất thấm thấu Q_P	Độ muối chất thấm thấu C_P
- Áp suất ↗	↗	↘
- Nhiệt độ ↗	↗	=
- Độ muối ↗	↘	↗
- ψ ↗	↘	↗

Trong thực tế, hệ thống thẩm thấu ngược đơn giản nhất được cấu tạo bằng các phần tử sau:

- Một bơm cao áp cung cấp năng lượng cho hệ thống;
- Một hoặc nhiều môdun màng lọc;
- Một van xả để duy trì áp suất trong hệ thống (hình 87).

Một hệ thống thường được đặc trưng bằng hai biến sau:



Hình 87. *Sơ đồ một trạm lọc thẩm thấu*

Với C_r là nồng độ muối thải, tỷ lệ chuyển đổi Y(%) được xác định bằng $Y=Q_p/Q_e$ hay hệ số nồng độ được xác định bằng $FC = C_r/C_e$ và sự chuyển qua toàn phần của muối $PS(\%) = 100C_p/C_e$. Thực vậy, trước hết PS phụ

http://tieulun.hopto.org

thuộc chủ yếu vào sự lựa chọn các màng, ta sẽ xem xét ở chương 15 về mô tả và các môdun màng thương phẩm mà chúng có thể cho qua muối nằm trong phạm vi: 0,5-15% cho các ion đơn hoá trị; 0,05-8% cho các ion hoá trị II.

Ta nhận thấy rằng các giá trị này tương đối nhỏ. Một cách gần đúng, ta bỏ qua giá trị C_p so với C_e hoặc C_r để đơn giản phương trình trên.

• *Mặt khác*, Y hay FC phụ thuộc vào sự lựa chọn của người thiết kế sử dụng ít nhiều nước thô. Sự lựa chọn này rất cơ bản.

- Thực vậy khi Y tăng, thì chi phí năng lượng cho m^3 sản xuất E giảm vì ta đã nén ấp ít nước cho cùng một sản phẩm;

- Đồng thời FC cũng tăng, vì ta sử dụng biểu thức gần đúng cho muối: $FC = 1/(100-Y)$;

Và lại trong cùng thời gian:

- Chất lượng nước sinh ra C_p giảm vì một mặt do nồng độ trung bình trước màng lọc tăng trong môdun lọc, Nồng độ thay đổi từ C_e ở cửa vào đến C_r ở cửa ra. Điều đó cần phải thay đổi các phương trình trên C_e bằng $(C_e + C_r)/2$. (Nồng độ trung bình trong môdun);

- Q_p giảm, do áp suất thẩm thấu tỷ lệ với $\frac{\psi.C_e + C_r}{2}$ tăng.

Ảnh hưởng của sự lựa chọn chuyển đổi được tóm tắt ở bảng sau:

Nếu Y↗ thì E (kW/m^3) ↘ nhưng Q_p ↘ C_p ↗ FC ↗.

Lưu ý: Ta sẽ xem xét ở chương 15 các kết quả dương (ít chất thải) nhưng thường là kết quả âm (cấu bản và chứa muối) do tăng FC.

9.2.2. Màng lọc nano

Mới đây người ta đưa ra một kiểu lọc màng thẩm thấu ngược đặc trưng bằng:

- Sự thoát của muối đơn hóa trị tương đối cao 30-60%;

- Sự thoát của muối hóa trị II nhỏ đi rất nhiều 5-10%;

- Sự thoát các chất hoà tan hữu cơ cùng loại như các màng thẩm thấu;

Lợi ích chính của màng này cho chuyển qua một lưu lượng lớn các muối hoá trị 1 (góp phần lớn vào áp suất thẩm thấu để giới hạn $\Delta\pi$, hay năng lượng sử dụng cho:

- Giảm độ muối từng phần kết hợp với việc làm mềm triệt để nước có độ muối vừa phải (độ muối < 2g/l);

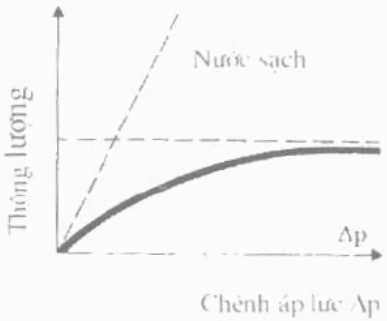
- Lọc trong "rẻ tiền" các nước chứa ô nhiễm hữu cơ.

http://tieulun.hopto.org

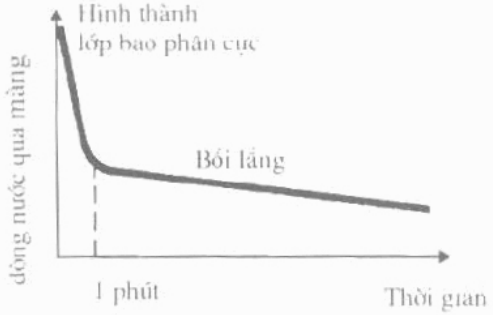
9.2.3. Màng siêu lọc (U.F.)

Các màng siêu lọc có cấu trúc rất mềm (không đối xứng hay composite), cho phép dùng để lọc các chất hoà tan có kích thước lớn (đại phân tử) và các phần tử đặc biệt như vi rút và vi khuẩn. Chúng được đặc trưng bằng ngưỡng lọc: kích thước các prôtêin có khối lượng mol nhỏ được thải ra bằng màng này. Ta cũng thấy các màng công nghiệp có ngưỡng lọc 2.10^3-10^5 daton. Khái niệm này có thể chỉ ra bằng cánh nhìn sự thay đổi hình dáng cấu hình không gian của cùng một prôtêin phụ thuộc vào độ mặn, pH... Lưu lượng đơn vị đã cho của các màng siêu lọc nằm trong khoảng giữa 0,1 và $1 m^3/h.m^2.bar$ cho nước sạch, nhưng giảm đáng kể khi có keo với hai lý do cơ bản: sự phân cực nồng độ và sự bịt kín lỗ.

Hiện tượng đầu đã trình bày trong trường hợp thẩm thấu ngược, nó là tác nhân chính trong siêu lọc làm xuất hiện lớp chất lỏng bao khi áp suất truyền qua màng tăng (hình 88).



Hình 88. *Ảnh hưởng của áp suất truyền qua màng vào thông lượng UF*



Hình 89. *Chuyển biến của thông lượng theo thời gian ở UF*

Sự vượt quá của nồng độ các chất hoà tan ở gần màng lọc gây nên hiệu ứng làm tăng đáng kể áp suất thẩm thấu, sức kháng lại việc vận chuyển các chất của lớp bao có nồng độ rất đặc này (hệ số phân cực vượt qua 10^2) trở nên chiếm ưu thế. Thông lượng thông thường vào cỡ vài chục lít cho m^2, hoặc nhỏ hơn 10-100 lần so với thông lượng nước sạch.

Để tăng thông lương chỉ bằng cách cho màng làm việc với tốc độ tiếp tuyến lớn, nhưng lại cần một chi phí năng lượng lớn.

Hiện tượng thứ hai là sự bịt kín màng lọc ở một nồng độ không đổi, do hạ thấp dần thông lượng trong quá trình làm việc và có thể dẫn tới việc phủ toàn bộ màng lọc (hình 89). Việc bịt kín gây ra do sự hình thành lắng cặn keo trên bề mặt màng, cũng như sự hấp thụ các chất hoà tan khác nhau và các hạt

http://tieulun.hopto.org

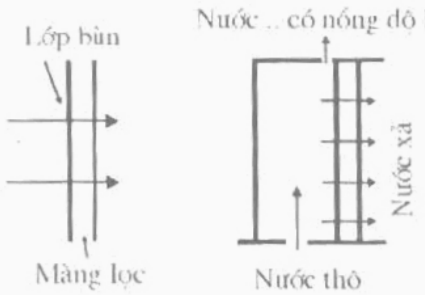
keo quá nhỏ trong các lỗ rỗng. Hiện tượng đầu rất dễ phục hồi bằng cách rửa ngược (tách bóc cặn lắng và dịch chuyển). Ngược lại, hiện tượng thứ hai ít nhạy cảm với sự rửa ngược và việc tăng tốc độ quét. Chỉ có xử lý hoá học đặc biệt mới làm sạch được màng. Điều đó giải thích tính chất hoá học của màng siêu lọc hay vi lọc là một chỉ tiêu quan trọng. Đối với mỗi ứng dụng ta lựa chọn một vật liệu ít nhạy cảm với sự lắng đọng chất hoà tan cần xử lý và dễ dàng loại bỏ chúng bằng thuỷ lực.

9.2.4. Màng vi lọc (MF)

Các màng này không làm thay đổi thành phần dung dịch lọc, chỉ có huyền phù, keo và vi khuẩn được lọc đi. Trong trường hợp này các hiện tượng xấu mô tả phía trên như là kết quả của việc loại bỏ các chất hoà tan (áp suất thẩm thấu, nồng độ phân cực) đã biến mất. Ta có thể thấy lại hiện tượng xấu như ở bộ lọc xốp mỏng hơn; sự bịt kín do tích tụ các chất hoặc bịt kín nội bộ các lỗ, có hai loại vi lọc:

9.2.4.1. Lọc vuông góc

a) Vi lọc mặt nước b) Vi lọc tiếp tuyến



***Hình 90.** Phương pháp vi lọc.*

Trong đó, nước bị cưỡng bức chuyển qua màng lọc, các phần tử bị giữ lại tích tụ dưới dạng một bánh lọc, chiều dày của nó tăng dần còn tính xốp giảm dần làm giảm lưu lượng riêng gọi là "sự bịt kín" màng lọc (hình 90a).

Trong nhiều ứng dụng:

- Màng lọc phẳng dùng trong phòng thí nghiệm (đo MES, chỉ số bịt kín FI...);

- Ống lọc được bọc ngoài bằng màng lọc phẳng, uốn nếp, các ống lọc được bỏ đi khi màng bị bịt kín lỗ, rất ít khi rửa bằng dòng nước ngược để sử dụng lại.

9.2.4.2. Lọc tiếp tuyến

Như hình 90b, giống như tất cả các màng lọc bán thẩm thấu khác, các màng này được sắp xếp sao cho mặt làm việc được quét bằng một phần lưu lượng đưa vào để hạn chế việc tích tụ các bã lọc bằng cách thảo các chất thải liên tục ra ngoài hệ thống. Phương pháp lọc và rửa liên tục được áp dụng cho

http://tieulun.hopto.org

các màng có khả năng tái sinh. Về nguyên tắc nó tránh được quá trình bịt kín lỗ hay phải rửa màng lọc.

Quả vậy, ở quy mô công nghiệp, năng lượng sử dụng quá lớn để đạt tới mục đích này, vấn đề tuần hoàn năng lượng và chu kì rửa sẽ được mô tả ở chương 15. Màng lọc và công nghệ kết hợp giữa chúng có thể thay cho công nghệ keo tụ, kết bông và tách loại rắn-lỏng đã mo tả ở đầu chương. Chúng cũng phát triển để lọc tinh các sản phẩm khác nhau như:

- Axít hoặc dung môi sử dụng trong công nghiệp điện tử;

- Lọc "diệt trùng" đồ uống (bia, nước hoa quả, rượu vang), công nghệ dược và vi sinh.

9.3. Phương pháp lọc thẩm

9.3.1. Lọc thẩm khí

Một hỗn hợp khí bị nghèo đi hay giàu lên, dưới tác dụng của sự chênh lệch tốc độ khuếch tán các thành phần của nó qua khuon đặt dấy các màng lọc dưới hiệu ứng gradien áp suất. Ví dụ:

- Thu hồi hydrô trong hỗn hợp hydrô cacbua (hình 91a-công nghiệp dầu mỏ);

- Làm giàu nitơ hay ôxy của không khí.

9.3.2. Thẩm lọc hơi nước qua màng

Nếu ta tạo ra ở mặt sau của một màng lọc hơi nước một vùng áp thấp, dưới áp suất hoá hơi của một trong các chất hoà tan của dung dịch hiện đang tiếp xúc với mặt trước của màng lọc. Ta quan sát thấy một sự chuyển dịch có chọn lọc của các chất này dưới dạng hơi qua màng làm ngưng tụ hơi cho phép thu hồi chất hoà tan này. Ví dụ:

- Khử nước của rượu: Ta có thể thu hồi rượu tuyệt đối bằng cách cho hơi nước đi qua màng lọc háo nước (hình 91b);

- Loại bỏ T.H.M. trong nước uống: Cùng một cách có thể khuếch tán chọn lọc các dung môi qua màng silicon. Người ta đã chứng minh ở tỷ lệ thực mô hình.

Phương pháp này có thể so sánh được với kỹ thuật chưng cất hay hấp phụ bằng than hoạt tính hiện nay, nếu các môđun có diện tích lớn sản suất trong công nghiệp.

9.3.3. Chưng cất trên màng

Khi tạo ra độ chân không ở mạt sau của mang vi lọc ta có thể tạo nên một hệ thống:

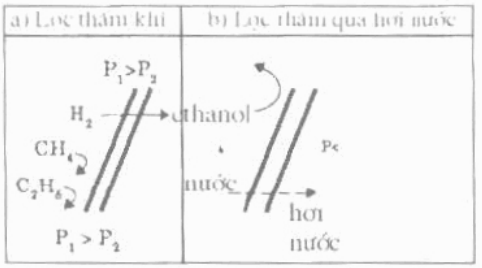
http://tieulun.hopto.org

- Chống lại sự dịch chuyển của pha lỏng nằm trên mặt trước, với điều kiện là độ chênh áp suất qua màng nhỏ hơn áp suất mao dẫn qua màng lọc. Thực tế, độ rỗng nhỏ hơn 0,8μm đối với màng kỵ nước cho phép đặt chênh áp là 1bar;

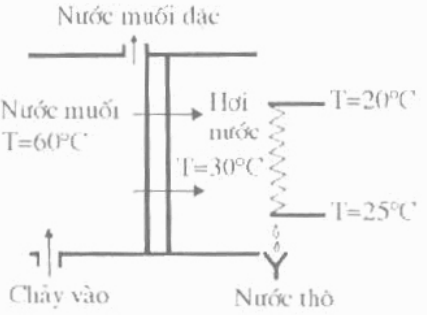
- Ngược lại, cho dịch chuyển hơi nước qua màng lọc. Hơi nước ngưng tụ cho ta nước rất tinh khiết. Thực vậy, chỉ có những chất bay hơi khác mới có thể qua đồng thời như nước.

Một vài hệ thống có quy mô công nghiệp làm việc trên nguyên tắc này. Đương nhiên, chúng giữ đặc tính tiêu thụ năng lượng của hệ thống chưng cất ở một hiệu ứng đơn. Ngược lại, sử dụng các màng hữu cơ cho phép tránh hiện tượng ăn mòn thường gặp trong các thiết bị sản xuất hơi.

Khả năng ứng dụng: Cô đặc chất thải công nghiệp (chứa chất độc), trước khi thiêu đốt hoặc kết tinh (hình 92).



Hình 91. Quá trình thẩm



***Hình 92.** Tinh cất màng*

9.4. Màng thẩm tách

9.4.1. Sự thẩm tách dưới áp lực (gradien áp suất):

Không có ứng dụng trong công nghiệp.

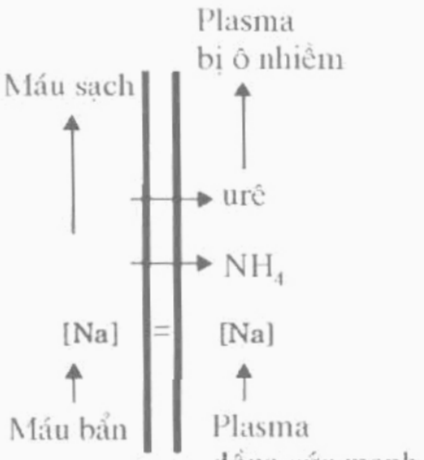
9.4.2. Thẩm tách đơn giản (gradien thế hoá học)

Các tạp chất dịch chuyển để cân bằng thế hoá học (muối và chất hoà tan hữu cơ có khối lượng mol nhỏ) trên hai mặt của màng, nếu người ta tạo lại đầy đủ pha trong quá trình cô đặc, có thể loại bỏ hầu như toàn bộ tạp chất.

Ứng dụng chính là sự thẩm tách máu (hình 93-thận nhân tạo), cho phép làm sạch máu (loại bỏ muối, urê) của người yếu thận bằng cách cho máu tiếp xúc qua một màng thẩm lọc với một plasma chứa các chất hoà tan, có thể giữ lại máu nhưng loại bỏ các chất cần thải.

http://tieulun.hopto.org

9.4.3. Thẩm tách điện (građien điện trường)

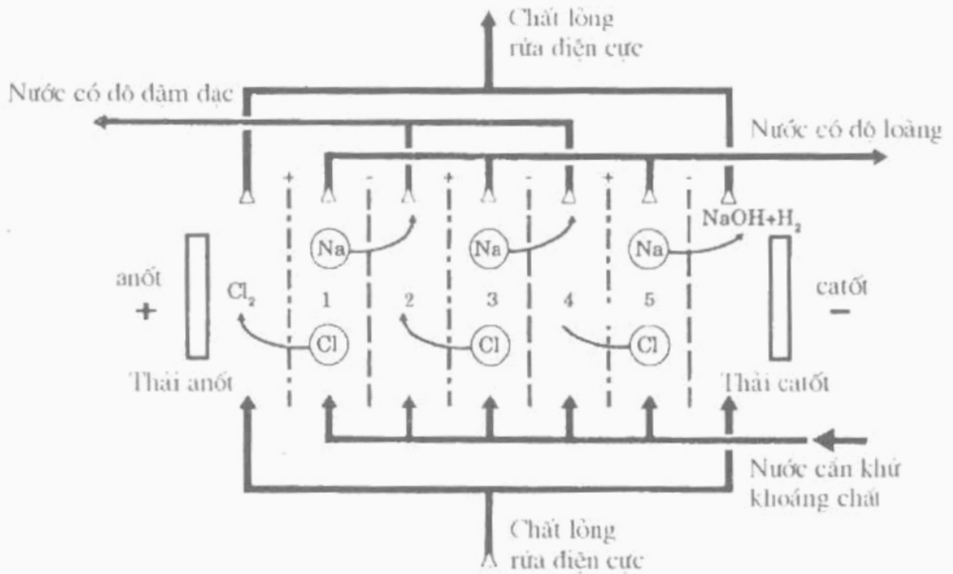


Hình 93. Nguyên lý tấm lọc máu

• *Nguyên lý:*

Nếu một chất lỏng chứa nhiều ion đặt trong điện trường có hai điện cực, người ta đặt một điện thế tác động liên tục, các cation chuyển về điện cực âm (hay catốt), trong khi đó các anion chuyển về cực dương (anốt). Khi không có gì chống lại chuyển động của chúng, có sự trung hòa điện ở hai điện cực trái dấu, đó là hiện tượng điện phân. Ngược lại, nếu đặt một bộ màng lọc thẩm tách có chọn lọc ở giữa 2 điện cực:

- Các màng cation, chỉ thấm các cation;
- Còn các màng anion, chỉ thấm các anion, các màng được đặt xen kẽ như chỉ ra trên hình 94.



Hình 94. Nguyên lý của bộ thẩm tách điện

Người ta hạn chế sự dịch chuyển các ion vì các anion không thể chuyển qua màng tích điện âm, các cation cũng không qua được các màng tích điện dương. Như vậy, trong trường hợp ở trên hình 94, phần tử lọc gồm ba cặp màng, các ngăn 1, 2, 3, 4, 5 được cung cấp một dung dịch clorua natri. Các

http://tieulun.hopto.org

ion của ngăn 1, 3 và 5 chuyển sang ngăn 2 và 4 dưới tác dụng của điện trường tạo ra bởi các điện cực. Dễ dàng nhận thấy rằng, trong điều kiện này, nước ở ngăn 1, 3 và 5 nghèo muối ("tự loại bỏ khoáng chất") khi đó ở ngăn 2 và 4 *trở nên ngàn có độ muối đậm đặc.*

Vì mỗi một culông góp vào hệ thống, ta thấy thoát ra một đương lượng gam anion và cation từ mỗi ngăn khử muối khoáng (1, 3, 5), đương lượng gam sẽ tang them điện lương tập trung vào ngăn (2, 4). Hiệu điện thế tỷ lệ với số lượng các ngàn, năng lượng cần thiết cho 1kg muối được loại bỏ hầu như không đổi (0,6-0,8kWh/kg *muối đã loại) và quan trọng hơn là bảo đảm* đủ độ điện dẫn Do đó phương pháp này loại bỏ được khoáng chất của nước. Ngược lại các phần tử không bị ion hoá (hợp chất hữu cơ) và các hạt keo, như keo silic và vi khuẩn ở lại trong nước đã xử lý. Những hạn chế chính của phương pháp là:

a) Không có khả năng nhận được nước đã loại bỏ chất khoáng hoàn toàn: Thực vậy các ngăn tương ứng có điện trở quá lớn tạo nên tổn thất trên điện trở Nói chung không giảm được độ muối của nước xuống thấp hơn 300mg/lít;

b) Giá thành nước tang rất nhanh với độ muối đưa vào, quả vậy:

- Một mặt, như ta đã biết, công suất tiêu thụ tỷ lệ với số lượng muối đã loại bỏ;

- Mặt khác, nếu ta muốn tránh sự giảm tính chọn lọc và sự khuếch tán *ngược ion dưới tác dụng của gradien hoá học* quá cao giữa hai mặt màng thẩm tách, cần phải hạn chế gradien nồng độ này.

Tuỳ theo chế độ thuỷ lực bên trong thiết bị (dòng xoáy dọc theo màng) ta thu được hiệu suất loại bỏ muối tốt nhất từ 40 đến 66% cho một bậc màng (lượng chuyển qua của muối khoáng từ 60 đến 34%) Do đó mỗi bộ cần đặt vài bậc làm việc *nối tiếp (hình* 95).

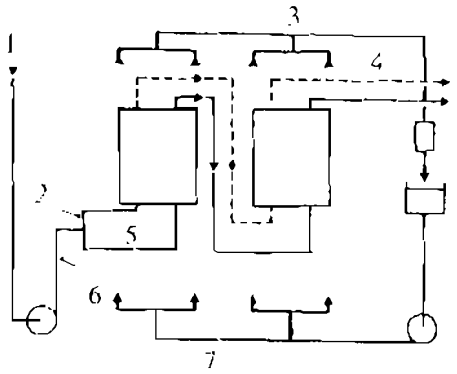
c) Cần thiết phải xử lý sơ bộ.

Loại bỏ đô đục (để tránh lắng cặn trong thiết bị):

- Giảm hàm lượng kim loại, đặc biệt Fe và Al < 0 3mg/*l*, Mn <0.1mg/*l*.

- Giảm các muối có khả năng kết tủa trong các ngăn có đặc, điều đó cần tính đến sự phân cực mà trong thẩm điện nó có xu hướng không những làm vượt quá nồng độ ion của nước xử lý, mà còn làm thay đổi pH (quá nồng độ cục bộ ion OH^- hay H^+) làm tăng khuynh hướng kết tủa của một số chất

http://tieulun.hopto.org



Hình 95. *Thẩm tách điện 2 tầng*

1. Nước thải; 2. Chu kỳ mất khoáng chất; 3. Sự quay lại từ điện cực; 4. Nước mất khoáng chất; 5. Chu kì đông đặc; 6. Thêm axit hoặc triệt trùng; 7. Thải điện cực

d) Giới hạn sử dụng: Các màng có cùng bản chất hoá học như nhựa trao đổi ion đều có những hạn chế như trên, đặc biệt độ nhạy cảm với chất oxy hoá, (Cl_2 <0,1mg/l) và nhất là có nguy cơ nhiễm độc một chiều các màng amion, nếu nước xử lý chứa các phân tử hữu cơ lớn có khả năng hấp thụ lên các màng.

• *Thẩm tách điện phân cực ngược ("EDR")*

Đối với dung dịch hoàn hảo, để tránh nguy cơ bám cặn, người ta đảo chiều cực tính của các điện cực một cách đều đặn (ví dụ cứ sau 30-60 phút, đảo ngược cực tính trong 5 phút) di chuyển tức thời ngăn cô đặc và ngăn khử muối, vị trí lớp phân cực cũng thay đổi. Nước sinh ra trong pha này được tháo ra ngoài. Kỹ thuật này dùng cho tất cả các trạm thẩm tách hiện đại vì nó làm đơn giản xử lý sơ bộ, giảm giá thành và thiết bị không phức tạp:

- Van tự động cho phép tháo vào máng dẫn ở pha nghịch;
- Các điện cực trước hết chống lại được sự ăn mòn anốt.

Lĩnh vực sử dụng chính của màng thẩm tách điện, là trong sản xuất nước uống từ nước lợ ít chứa muối khoáng (0,8 - 2g/l) ở phạm vi cạnh tranh với thẩm thấu ngược. Ngoài ra, nó con được sử dụng để khử muối dụng dịch clo hay hữu cơ (khử muối khoáng cho sữa trẻ em). Trong lĩnh vực này nó chỉ cạnh tranh với lọc bằng trao đổi ion. Thực vậy việc sử dụng thẩm thấu ngược trong một số trường hợp có liên quan đến tất cả các loài vi sinh có mặt và sản phẩm nước bị loại bo hết muối khoáng; trong khi đó màng thẩm tách điện chỉ loại bỏ các muối có khả năng ion hoá.

10. HẤP PHỤ

10.1. Cơ chế hấp phụ

Hấp phụ xác định tính chất của một số vật liệu có khả năng giữ trên bề mặt chúng các phân tử của một chất có chút ít tính thuận nghịch (khí, ion kim loại, phân tử hữu cơ). Có sự chuyển dịch khối lượng của các chất từ pha

http://tieulun.hopto.org

nước hay khí lên bề mặt chất rắn. Chất rắn thu được những tính chất đặc biệt (kỵ nước hay ưa nước). Có thể làm thay đổi trạng thái cân bằng của môi trường (phân tán, kết bông). Khả năng hấp phụ của chất rắn phụ thuộc vào:

• *Bề mặt khai triển hay diện tích bề mặt riêng của vật liệu.* Các chất hấp phụ tự nhiên (đất sét, silic) có diện tích riêng thay đổi với trạng thái hoá lý của môi trường nước (pH, loại cation liên kết, bão hoà bề mặt do các phần tử hữu cơ...). Như vậy một số đất sét như cácbontonit (montmorilonit) có một bề mặt thay đổi từ 40-800m^2/g. Khả năng hấp phụ thay đổi liên tục là tham số cơ bản điều chỉnh sự chuyển đổi và tính linh động của các phần tử trong môi trường tự nhiên.

Chất hấp phụ công nghiệp (chủ yếu là than hoạt tính) có mặt riêng rất lớn (khoảng 600 đến 1 200m^2/g). Các chất hấp phụ khác như hydroxit kim loại tạo ra trong quá trình đông tụ-kết bông phát triển thành một diện tích rất lớn mà có sự phụ thuộc chặt chẽ vào độ pH.

• *Bản chất của mối liên kết chất bị hấp phụ - chất hấp phụ*, nghĩa là từ năng lượng tương tác tự do G giữa vị trí hấp phụ và phần phân tử tiếp xúc với bề mặt. Năng lượng này có thể đo trực tiếp được trong trường hợp hấp phụ khí. Ngược lại, ở môi trường nước, Kỹ thuật nhiệt chỉ ghi lại sự khác nhau của entanpi hấp phụ tương ứng với sự chênh lệch năng lượng hấp phụ của phân tử bị hấp phụ và năng lượng nhả của lớp nước bao ở mặt phân cách.

• *Thời gian tiếp xúc giữa chất rắn và chất hoà tan* khi cân bằng có sự trao đổi động giữa các phân tử của pha hấp phụ và các phân tử ở lại trong dung dịch. Rất nhiều lí thuyết đã cố gắng mô hình hoá quan hệ tồn tại giữa số lượng phân tử hấp phụ (g/g^1 hay g/m^2) và số lượng để cân bằng. Một trong những luật được sử dụng nhiều nhất trong lĩnh vực hấp phụ của than hoạt tính là luật FREUNDLICH:

$$\frac{X}{m} = C_e^{1/n} K \quad \text{(hình 96)}$$

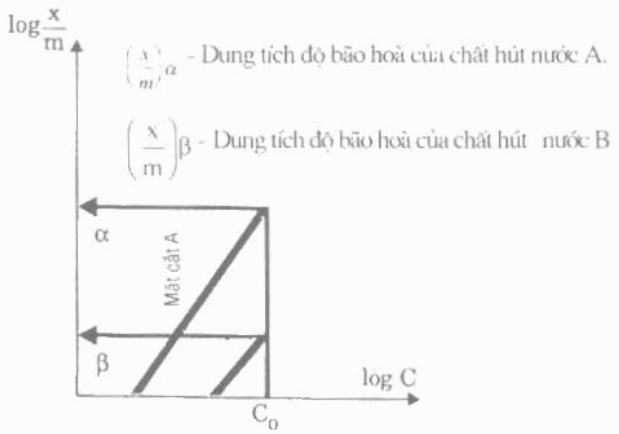
Trong đó:

X/m - Khối lượng chất bẩn được giữ lại trên một đơn vị khối lượng của chất hấp phụ,

C_e - Nồng độ lúc cân bằng trong pha nước của các phân tử ô nhiễm;

K, n - Hằng số năng lượng tuỳ thuộc vào cặp chất bị hấp phụ-chất hấp phụ đối với một nhiệt độ đã cho giữ không đổi trong thời gian vận hành (đẳng nhiệt).

http://tieulun.hopto.org



***Hình 96.** Đường luật Freundlich*

Thực vậy, không có mô hình phức tạp nào có thể bao phủ tổng thể cấu trúc đẳng nhiệt và còn khó giải thích cơ chế hấp phụ. Điều đó cho ta những lý luận cơ bản là: tất cả bề mặt không đồng nhất về mặt năng lượng và tính chất vật lý.

Về cơ bản, lực hấp dẫn VAN DER WAALS và lực hấp dẫn tĩnh điện (COULOMB) là nguồn gốc của hấp phụ. Ví dụ: ta xem xét ái lực của phân tử chất thơm đối với cấu trúc graphit của than và một lực đẩy của phân tử phân cực chất không thơm.

10.2. Những chất hấp phụ chính

10.2.1. Than hoạt tính

Thực nghiệm chỉ ra rằng: than hoạt tính là chất hấp phụ có phổ rất rộng. Phần lớn các phân tử hữu cơ được giữ trên bề mặt của chúng, các phân tử phân cực lớn và có cấu tạo hàng với khối lượng mol nhỏ (rượu đơn, axít hữu cơ bậc nhất) rất khó giữ lại. Các phân tử mol cao bị than hoạt tính hấp phụ khá tốt (do các lý do khác nhau).

Ngoài tính chất hấp phụ, than hoạt tính còn giúp các vi khuẩn có khả năng phân huỷ một phần của pha hấp phụ. Như vậy một phần của chất tiếp tục tái sinh và có thể giải phóng các vị trí để giữ lại các phân tử mới.

10.2.1.1. Ứng dụng chính

Than hoạt tính dùng để:

• *Xử lý lọc nước uống hoặc nước công nghiệp với độ tinh khiết lớn.* Than hoạt tính giữ lại các chất hữu cơ hoà tan không bị phân huỷ sinh học tự nhiên (tự lọc trong theo dòng nước): các chất vi ô nhiễm, các chất định mùi vị. Nó cũng hấp phụ một số kim loại nặng ở dạng vết.

http://tieulun.hopto.org

• *Xử lý nước thải công nghiệp*, khi nước thải không phân huỷ sinh học hay chứa các phần tử hữu cơ độc hại không thể dùng kĩ thuật sinh học. Trong trường hợp này, sử dụng than hoạt tính có thể giữ được một cách chọn lọc các chất độc hại, sau đó ta có thể xử dụng phân huỷ sinh học như một chất thải bình thường.

• *Xử lý "giai đoạn thứ ba" nước thải sinh hoạt và công nghiệp*. Than hoạt tính giữ lại các chất hữu cơ hoà tan, trợ với xử lý sinh học trước đó và cho phép loại bỏ một tỷ lệ lớn COD dư thừa.

10.2.1.2. Tác dụng xúc tác

Một tính chất của than hoạt tính là tác dụng xúc tác và đặc biệt hơn nó thực hiện ở phản ứng oxy hoá nước bằng clo tự do:

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + \frac{1}{2}O_2\uparrow$$

Người ta cũng thực hiện khử clo dư của nước bằng than hoạt tính. Người ta làm rõ nét việc này bằng chiều dài loại bỏ một nửa. Đo là chiều cao lớp lọc, với một tốc độ đã biết, nó làm giảm một nửa nồng độ clo trong nước. Độ pH có một ảnh hưởng lớn đến chiều dài này. Tương ứng với nhiệt độ, hàm lượng clo tự do đã sử dụng và sai số chấp nhận cho clo dư, tải khối từ 5-15 thể tích nước cho một thể tích than hoạt tính trong một giờ là chấp nhận được.

Tác dụng xúc tác cũng còn nhằm vào việc phân giải cloramin thành nitơ và axit clohydric. Đương nhiên, quá trình động chậm hơn trong trường hợp clo tự do (chiều dài nửa-clo hoá rất lớn). Do đó phải giảm đáng kể tải thể tích, khi ta muốn thu được kết quả khả quan.

Khả năng clo của than hoạt tính bị nhiễu đối với tất cả các chất làm cản trở sự tiếp xúc giữa than và nước xử lý. Như cặn cabonát canxi, sự bão hoà bề mặt hấp phụ do các chất ô nhiễm khác nhau.

10.2.2. Các chất hấp phụ khác

Ngoài các chất hấp phụ tự nhiên đã kể trên, các chất hấp phụ *mới* được tìm ra:

• *Chất hấp phụ vô cơ*: Nhôm và oxyt kim loại khác nhau, chúng có thể có một bề mặt riêng rất lớn (300-400m^2/g) các chất rắn này hấp phụ một cách chọn lọc hơn than hoạt tính. Khả năng của chúng phụ thuộc vào độ pH và đó

http://tieulun.hopto.org

xốp của khối vật liệu. Ở dưới điểm đẳng điện, chỉ có các phân tử tích điện âm được hấp phụ bởi điện tích dương. Hiện nay, sự phát triển của chúng không so sánh được với than hoạt tính. Tuy nhiên, một số chất rắn như nhôm hay oxyhydroxit sắt III có lợi ích thực tế để loại bỏ phot phat và nitrat.

• *Chất hấp phụ hữu cơ.* Nhựa cao phân tử có diện tích riêng từ 300 đến 750m^2/g. Khả năng hấp phụ của chúng rất bình thường so với than hoạt tính, ngược lại lớp nhựa có độ hấp phu động học tốt (sử dụng giữa 5 và 10von/von.h) và rất dễ tái sinh (năng lượng liên kết yếu). Ta cũng có thể nêu lên trường hợp "scavengers", lớp nhựa anion có độ xốp rất lớn. Tất nhiên, lớp nhựa có điện tích riêng nhỏ hơn và hoạt tính của chúng dùng cho các chất phân cực (như axít humíc, chất tẩy amion). Đó là điều phân biệt với các chất hấp phụ khác.

10.3. Các nguyên tắc sử dụng than hoạt tính

Than hoạt tính sẵn có dưới hai dạng: bột và hạt.

10.3.1. Bột than hoạt tính

Than bột (CAP) dưới dạng hạt có kích thước giữa 10 và 50µm và được sử dụng kết hợp với xử lý lắng trong nước. Đưa liên tục vào nước cùng với chất phản ứng kết bông, nó xen vào các cục vón và tháo ra ngoài cùng với nước. Để chiết tách cần phải có sự trợ giúp của một thiết bị lắng tuần hoàn lại bùn (DENSADEG) hay lớp bùn (PULSATOR, SUPERPULSATOR). Các thiết bị này làm tăng đáng kể thời gian tiếp xúc giữa nước và than, do đó tiếp cận nhanh đến cân bằng (như vậy ta có thể tiết kiệm than từ 15-40% với cùng kết quả bằng cách dùng PULSATOR thay cho bể lắng tĩnh).

10.3.1.1. Ưu điểm

- Bột than hoạt tính rẻ hơn 2 đến 3 lần than hạt;

- Có khả năng tăng liều lượng trong những giờ ô nhiễm cao điểm;

- Sử dụng chúng chỉ cần vốn đầu tư nhỏ khi xử lý chỉ có một tầng kết bông-lắng gạn (chỉ cần có một trạm cấp than hoạt tính);

- Hấp phụ rất nhanh vì diện tích bề mặt riêng rất lớn của bột than;

- Bột than hoạt tính đẩy nhanh quá trình lắng do bột than làm nặng thêm các bông keo tụ.

10.3.1.2 Nhược điểm

- Không có khả năng tái sinh than hoạt tính, khi nó được thu hồi lẫn với bùn hydroxit. Đưa đến sự hao hụt than hoạt tính trong chu trình làm việc.

http://tieulun.hopto.org

- Rất khó loại bỏ các vết của chất bẩn nếu không có thêm một lượng than hoạt tính dư thừa;

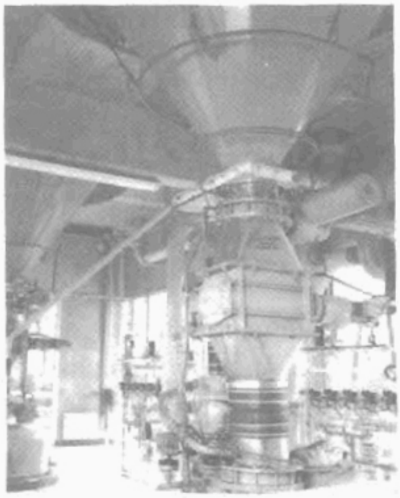
- Để thực hiện việc dùng than vào những lúc cao điểm của ô nhiễm, việc cần thiết là phải tìm ra giờ cao điểm của việc gây ô nhiễm này;

- Người ta chủ yếu dùng than bột hoạt tính với việc cấp các liều lượng không liên tục hoặc nhỏ (nhỏ hơn 25g/m^3 tuỳ từng trường hợp).

10.3.2. Than hoạt tính dạng hạt.

10.3.2.1. Đặc tính vật lý của than hạt

Đặc tính vật lí của than hạt hoạt tính (CAG) thay đổi tuỳ theo sản phẩm trong một giới hạn rộng (bảng 39).



Hình 97. *Công trình ở thành phố Nanit công suất 11.700 m^3/h Trạm cấp than hoạt tính.*

Bảng 39. *Đặc tính vật lý của than hoạt tính dạng hạt*

Nguyên liệu	Than bùn. Đá phiến bitan antra - axít. Than quả dừa
Dạng	Đập nghiền, ép
Cỡ hạt TE. mm	0,25 - 3
CU mm	1,4 - 2,2
Độ vụn:	
- 750 lần đập	10 - 50%
- 1.500 lần đập	20 - 100%
Mật độ biểu kiến	0,2 - 0,55
Diện tích riêng (m^2/g)	500 - 1.300
Độ tro (%)	4 - 12

10.3.2.2. Khả năng hấp phụ của than

Than hạt được dùng làm lớp lọc nước, các tạp chất cũng chịu cùng một phương pháp tách. Thực vậy, nước đã được loại bỏ dần các chất ô nhiễm gặp phần than hoạt tính ngày càng ít bị bão hoà và có hoạt tính hơn.

Tính kinh tế của việc xử lí trên than hoạt tính chủ yếu phụ thuộc vào khả năng hữu ích của than, thể hiện bằng số gam COD giữ lại trên kg than hoạt tính, nó đặc trưng cho "sự tiêu thụ than" để thu được một hiệu quả nhất định. Đối với một hệ thống đã cho, khả năng này tuỳ thuộc vào:

http://tieulun.hopto.org

- Chiều dày lớp lọc, một lớp lọc càng dày, mặt hấp phụ càng dễ dàng đi xuống dưới mà không để lọt chất bẩn vào nước đã lọc (khái niệm tương tự như ở trao đổi ion), bảo đảm sự hấp thụ cạn kiệt đến bão hoà của các lớp ở phía trên.

- Tốc độ trao đổi: Thực nghiệm chỉ ra rằng rất ít khi ta có thể vượt quá 3 thể tích nước cho một thể tích than trong 1h đối với các trường hợp ô nhiễm quá nặng. Trong trường hợp xử lý nước uống với hàm lượng chất phải hấp phụ nhỏ, mọi quyết định phải tính đến hiệu quả kinh tế và chi phí đầu tư, phải chấp nhận việc không sử dụng hết khả năng hấp thụ của than bằng cách dùng tải khối cao hơn: 5-10 thể tích nước/ 1 thể tích than trong 1 giờ.

Lí thuyết chỉ cho chỉ dẫn về khuynh hướng của luật hấp thụ. Vấn đề còn lại là cần thiết phải có các kinh nghiệm của chuyên gia và thí nghiệm động trên mô hình có kích thước đủ lớn để có thể ngoại suy. Có các mô hình cho phép từ thực nghiệm ở phòng thí nghiệm để dự kiến khả năng hấp thụ của than.

10.3.2.3. Chức năng của lớp than

Một lớp lèn chặt than có bốn chức năng:

• *Lọc*: Chức năng này thường phải giảm đến mức tối thiểu để tránh sự tắc nghẽn lớp lọc, bắt buộc phải trang bị một hệ thống rửa có hiệu quả để rửa ngược làm xới lớp than đã bị nén sau một chu kỳ lọc.

Mặt khác than có xu hướng tách ra các cục vón tiếp xúc với nó. Các sản phẩm hấp phụ là bông cặn góp phần vào làm bão hoà sớm lớp than cho nên người ta thường phải lọc cát trước khi cho nước lọc qua than hoạt tính.

• *Là môi trường sinh học*: Điều này góp phần vào việc làm sạch nước, nhưng nó cũng nguy hiểm, nếu nó không được điều khiển một cách hoàn hảo (lên men, mùi hôi, bít kín lớp lọc...).

• *Tác dụng xúc tác*. (Như đã nêu ở trên)

• *Hấp phụ*: Đó là vai trò chính của than. Có ba cách đỡ các lớp:

- Lớp cố định đơn giản, kỹ thuật này được ứng dụng rộng rãi trong xử lý nước uống (bộ lọc ME'DIAZUR). (Xem chương 13, mục 3.2.).

- Lớp lọc cố định nối tiếp, ta sử dụng nhiều cột lọc ghép nối tiếp, tái sinh bằng sự chuyển chỗ, (hình 99). Ta tổ chức một hệ thống tách cặn bằng dòng nước ngược. Bộ lọc ME'ADIAZUR dòng kép (chương 13, mục 4.2) à một bộ lọc có hai ngăn.

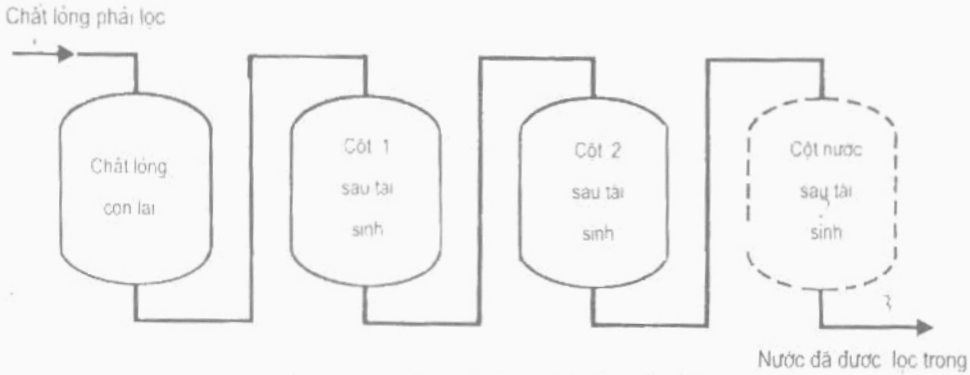
- Lớp động: Chúng làm việc theo nguyên lý dòng ngược (hình 100). Cơ sở của lớp có thể là một lớp hóa lỏng (tầng sôi).

http://tieulun.hopto.org

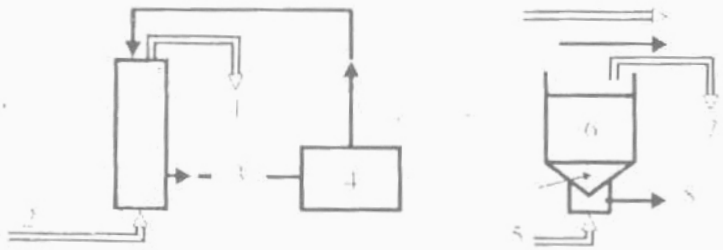


Hình 98. *Thiết bị Viry- Châtillon (Tây Ban Nha)*

Lưu lượng 4.000 m^3/h; 6 bộ lọc MÉDIAZUR và 9 bộ lọc MÉDIAZUR V



Hình 99. *Sơ đồ lớp cố định nối tiếp*



Hình 100. *Sơ đồ lớp động*

› Đường nước; › Đường cacbon: 1. Nước cần lọc; 2. Than hoạt tính bão hoà; 3. Sự tái sinh; 4. Chất lỏng sẽ xử lý; 5. Lớp có chất lỏng; 6. Lớp đặc; 7. Nước đã được lọc sạch; 8. Than hoạt tính tái sinh.

http://tieulun.hopto.org

10.3.2.4. Tái sinh than hoạt tính

Than hoạt tính (cũng như các chất hấp phụ nhân tạo), là một sản phẩm đắt. Thường thường phải thay thế khi than đã bão hoà, nó rất đắt tiền, nên phải có cách tái sinh; có ba phương pháp tái sinh than hoạt tính có hiệu quả:

• *Tái sinh bằng hơi*, phương pháp này được hạn chế trong việc tái sinh than, mà lớp than này chỉ hấp thụ một số sản phẩm dễ bay hơi, đương nhiên việc sử dụng hơi nước chỉ thích hợp làm thông bề mặt hạt và diệt trùng cho than.

• *Tái sinh nhiệt*: bằng nhiệt phân và đốt các chất hữu cơ hấp phụ (hình 101). Lò nung nóng đến 800°C với áp suất điều khiển được tránh làm cháy than. Đó là phương pháp thường dùng. Nó cho phép tái sinh rất tốt than hoạt tính, nhưng nó có hai nhược điểm:

- Cần có vốn đầu tư lớn, tuỳ theo trường hợp người ta sử dụng một lò bằng đất xếp thành tầng, lò có lớp hóa lỏng hay lò quay. Lò phải có thiết bị điều khiển áp suất và nhiệt độ, một hệ thống làm khô nước ở cửa vào và làm nguội than ở cửa ra;

- Tổn thất than lớn (7-10% do tái sinh). Nghĩa là sau 10-14 lần tái sinh theo thống kê, người ta phải thay toàn bộ khối lượng than hoạt tính. Sử dụng phương pháp nung điện (lò hồng ngoại, lò cảm ứng) cho phép giảm tổn thất này, nhưng đắt tiền, nên người ta chỉ dùng để thu hồi các kim loại nặng.

• *Tái sinh hoá học*: DEGREMONT đã phát triển một phương pháp dựa trên tác dụng của một chất dung môi ở nhiệt độ gần 100°C, có độ pH cao. Ưu điểm của phương pháp này là: Với cùng một vốn đầu tư, thì tổn thất than hoạt tính là nhỏ nhất (khoảng 1% khối lượng đã xử lý). Ngược lại, dùng các chất phản ứng để tái sinh (chất phản ứng kiềm và dung môi) tạo ra các dung dịch rửa mà cần phải thu hồi dung môi bằng chưng cất. Tiếp theo người ta phải loại bỏ ô nhiễm bằng đốt nếu không có khả năng thu hồi chúng.

• *Tái sinh sinh học*: Phương pháp này chưa áp dụng trong công nghiệp.

11. TRAO ĐỔI ION

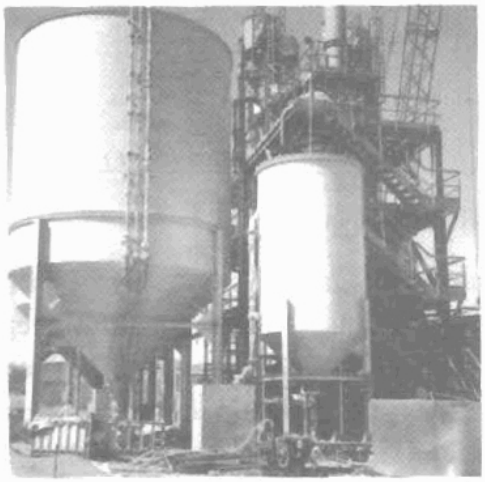
11.1 Khái quát

11.1.1. Nguyên lý

Chất trao đổi ion là vật liệu lọc có dạng hạt không hoà tan, có chứa trong cấu trúc phân tử các gốc axít hay bazơ có thể thay thế được mà không thay đổi tính chất vật lý của chúng và cũng không bị hủy hoại hoặc hoà tan. Các ion dương hay âm cố định trên các gốc này trao đổi bằng cách thay thế ion

http://tieulun.hopto.org

cùng đấu có trong dung dịch lỏng khi có sự tiếp xúc. Đó là sự trao đổi ion, cho phép thay đổi thành phần ion của chất lỏng cần xử lý mà không thay đổi tổng số ion có trong chất lỏng trước khi trao đổi.



Lưu lượng 12.600m^3/ngày.

Lò tái sinh CAG dung lượng 6t/ngày.

Hình 101. *Trạm TAIF (Arập Xêudit)*

Trước hết chất trao đổi ion có trong đất tự nhiên (zêolit), sau đó các hợp chất tổng hợp vô cơ (silicoaluminat) và hữu cơ.

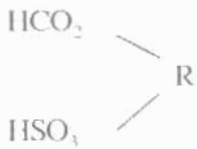
Chất tổng hợp hữu cơ được sử dụng rộng rãi có tên gọi là nhựa trao đổi ion. Chúng có dạng hạt hoặc đại bộ phận dưới dạng hạt chuỗi. Người ta chia làm hai loại: nhựa loại keo và loại lỗ to hay lưới mắt to. Cấu trúc cơ bản của chúng là như nhau, thu được trong cả hai trường hợp bằng cùng polyme hoá, ví dụ từ styren và divinynbenzen. Sự khác nhau là ở tính xốp. Một loại có tỉ lệ mắt lưới lớn làm tăng độ bền cơ học để chịu được các ứng lực vật lý (kéo, nén) và ứng lực hoá học (thay đổi trạng thái bão hoà ion).

Nhựa loại keo có độ xốp tự nhiên, từ polyme hoá và có khoảng cách giới hạn nội bộ phân tử. Đó là cấu trúc vi xốp. Nhựa loại mắt lưới làm tăng độ xốp nhân tạo bằng cách cho thêm một chất tạo lỗ. Người ta tạo ra trong mạng dẫn kích thước lớn các lỗ. Sản phẩm này có khả năng hấp phụ tốt hơn và không hấp thụ các chất hữu cơ.

Cấu trúc hoá học của hạt trao đổi ion như quan hệ phân tử của chúng, có một hay nhiều gốc axít hay bazơ. Sự có mặt các gốc này cho phép đồng hoá nhựa cation bằng một axít có dạng R-H và nhựa aion bằng một bazơ có dạng R-OH. Cường độ của axít hoặc bazơ tuỳ thuộc vào bản chất của nhân phân tử và gốc mà chúng được gắn vào: HCO_2, HSO_3, NH_3OH,...

Nhựa trao đổi ion được gọi là đơn chức nếu nó chỉ có một loại gốc, ví dụ HCO_3 hay HSO_3 và đa chức nếu phân tử gồm đồng thời nhiều gốc, do vậy lực ion khác nhau. Ví dụ:

http://tieulun.hopto.org



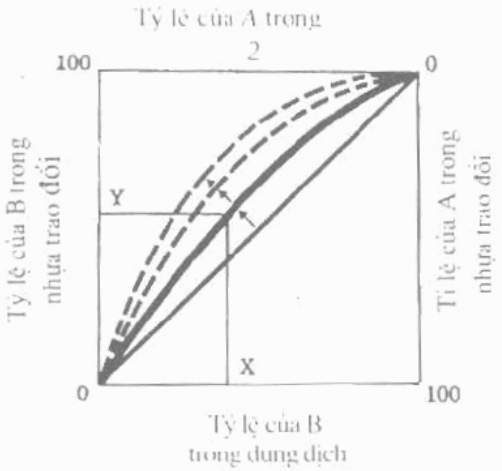
11.1.2. Phản ứng trao đổi ion

11.1.2.1. Dùng phản ứng thuận nghịch trong quá trình làm mềm nước

$$R\text{-}Na_2 + Ca^{2+} \rightleftharpoons R\text{-}Ca + 2Na^{+}$$

Như tất cả cân bằng hoá học, nó tuân theo luật tác dụng khối lượng, phản ứng nghịch tương ứng với sự tái sinh chất trao đổi. Nếu chất lỏng xử lý tiếp xúc tĩnh với nhựa trao đổi. Phản ứng dừng lại khi cân bằng đạt tới giữa lỏng và nhựa. Để nhận được sự trao đổi hoàn toàn cần phải làm cho sự cân bằng tiếp tục chuyển xuống những lớp xếp ở dưới bằng cách cho nước thấm qua các lớp trên luôn luôn có sự thấm lọt các ion cần khử (rò rỉ) xuống dưới.

Các luật chi phối phản ứng trao đổi ion thuận nghịch: đối với mỗi phản ứng đều tồn tại hai loại ion A và B, nó có thể biểu diễn bằng đồ thị sự cân bằng nồng độ của A và B trong chất lỏng và trong chất trao đổi ion (hình 102).



Hình 102. *Đường cong trao đổi ion*

Khi cân bằng, ta thấy rằng đối với nồng độ *B* là X% trong dung dịch, nhựa trao đổi bão hoà tới Y%. Khi cả hai loại ion *A* và *B* có cùng ái lực trao đổi. Đường cong cân bằng tương ứng với đường chéo của hình vuông. Ái lực trao đổi của ion *B* càng lớn, đường cong càng dịch chuyển theo chiều mũi tên trên đồ thị.

Hình dạng đường cong đối với hệ đã cho gồm hai loại ion, phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: bản chất và hoá trị các ion, nồng độ ion trong chất lỏng, bản chất nhựa trao đổi. Như trong hệ thống $Ca^{2+} \rightleftharpoons 2Na^{+}$ dùng nhựa polystyren chứa sunphat, ái

http://tieulun.hopto.org

lực trao đổi đối với canxi luôn luôn lớn hơn đối với natri. Và dung dịch càng loãng thì sự khác biệt ái lực càng lớn. Như đã nói ở trên, chỉ có sự tiếp xúc tĩnh trong bể trao đổi ion và chất lỏng, sự cân bằng được ở một điểm trên đường cong và tự ổn định ở điểm này.

Nếu người ta muốn loại bỏ có hiệu quả một ion bằng cách tận dụng các ion khác, thì cần phải dịch chuyển dần cân bằng, bằng cách cho chất lỏng chảy qua một loạt lớp nhựa trao đổi nối tiếp, chứa ngày càng ít các ion sẽ bị giữ lại, bằng cách cho điểm cân bằng chạy theo đường cong cân bằng gần tới điểm 0 của nồng độ ion muốn loại bỏ.

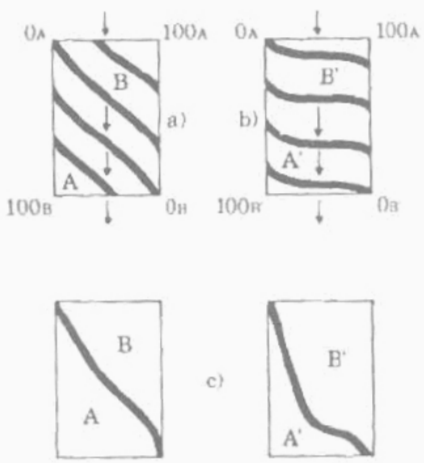
Nếu lấy một lớp trao đổi ion hoàn toàn dưới dạng A và khi chất lỏng chứa ion B chuyển qua, cân bằng xác lập giữa A và B hợp thành từ một loạt đường cong đẳng thời nồng độ (hình 103a) cho hai loại ion có cùng ái lực và hình 103b cho chất trao đổi ion có ái lực lớn hơn đối với ion B' và nhỏ hơn đối với ion A'. "Điểm rò ion" đạt được khi đường cong đẳng thời cách xa trục thẳng đứng phía bên phải (nồng độ dương của ion B trong chất lỏng đi ra).

Ở thời điểm này, đường cong trình bày trên hình 103c. Khi diện tích B/(A+B) biểu diễn phần khả năng trao đổi ion động (ở thời điểm xuất hiện rò rỉ ion), ta thấy tỷ lệ này ở B' lớn hơn nhiều so với ở B. Điều đó cũng được minh chứng trong chất lỏng được xử lý theo các đường cong biểu thị cạn kiệt trên hình 104.

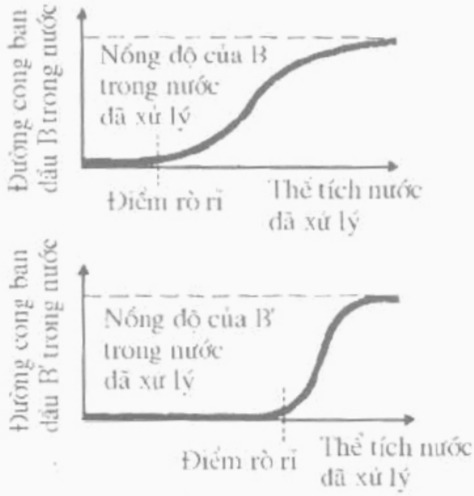
Hình dáng đường cong biểu thị sự cạn kiệt phụ thuộc không những vào đường cong cân bằng tĩnh đã nói ở trên mà còn vào "sự trao đổi động học" giữa chất lỏng và nhựa trao đổi. Sự trao đổi động học có tác dụng thấm các chất hoà tan vào trong hạt nhựa trao đổi và được chi phối theo luật cân bằng "Donnan". Hiện tượng này rất phức tạp, chúng liên quan đồng thời đến độ phân li, nồng độ ion, nhiệt độ, bản chất mặt phân cách giữa lớp nhựa trao đổi ion và chất lỏng, độ thấm động lực với nội bộ chất rắn cấu tạo nhựa trao đổi.

Công suất tổng của một chất trao đổi ion nghĩa tổng số đương lượng trao đổi có trong một lít vật liệu ít được dùng. Trong công nghiệp chỉ xem xét "công suất hữu ích" được xác định từ đồ thị đẳng thời hay các đường cong bão hoà mô tả ở trên. Một điểm quan trọng khác trong ứng dụng công nghiệp là phải kiểm tra trực tiếp các đồ thị khác nhau:

http://tieulun.hopto.org



Hình 103. Sự dịch chuyển đường cong cân bằng nồng độ đồng thời



Hình 104. Đường cong bão hoà

Khi đã lập được đường cong cân bằng giữa lớp trao đổi và chất lỏng xử lý bằng lớp trao đổi ion chất lượng nước đã lọc phụ thuộc vào chất lượng của lớp lọc trao đổi cuối cùng mà chất lỏng chuyển qua, dù chất lượng của lớp lọc trước như thế nào đi chăng nữa.

Hãy quan sát phản ứng thuận nghịch sau:

$$R - A + B \rightleftharpoons R - B + A$$

Nó thể hiện sự trao đổi từ trái sang phải và sự tái sinh từ phải sang trái. Nó cần cho sự kiểm tra trạng thái trao đổi ion, tiếp theo là chu trình tái sinh. Dễ dàng nhận thấy rằng: ở đầu chu trình trao đổi ion, chất lượng nước đã xử lí đặc trưng bởi sự rò ion, nó phụ thuộc chủ yếu vào mức độ tái sinh của lớp cuối cùng của nhựa trao đổi, thông số này luôn cần thiết, khi kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng khác nhau của các loại hạt trao đổi ion và việc ứng dụng chúng trong công nghiệp.

11.1.2.2. Dùng một phản ứng không thuận nghịch

Đó là trường hợp loại bỏ một axít mạnh bằng hạt trao đổi anion bazơ mạnh:

$$HCl + R - OH \rightarrow R - Cl + H_2O$$

Phản ứng nghịch (thuỷ phân) không tồn tại, trao đổi toàn phần có thể nhận được khi tiếp xúc tĩnh cũng như ngâm chiết. Trong trường hợp này sự rò ion không có với điều kiện là thời gian tiếp xúc giữa nước và nhựa trao đổi ion đủ lớn. Ta có thể làm tương tự ở loại trao đổi này các phản ứng cân

http://tieulun.hopto.org

bằng để cho một hợp chất không hoà tan. Ví dụ như khi ta xử lý nước biển với nhựa trao đổi bão hoà ion bạc, ta có:

$$R - Ag + NaCl \rightarrow R - Na + AgCl$$

AgCl không tan. Theo định luật Berthollet, cân bằng dịch chuyển hoàn toàn về bên phải và phản ứng hoàn chỉnh ngay cả trong điều kiện tiếp xúc tĩnh. Sự trao đổi không xảy ra tức thời, tốc độ của chúng phụ thuộc vào loại nhựa, phương pháp trao đổi ion này được thể hiện bằng đường cong bão hoà tương tự như đường cong trên hình 104.

Có thể sử dụng cả hai loại phản ứng dưới đây:

- Để loại bỏ một hay nhiều loại ion không mong muốn trong chất lỏng;

- Để chọn lọc và cô đặc trên nhựa trao đổi một hoặc nhiều ion, chúng sẽ được lấy ra sau khi làm sạch, cô đặc hoặc tách rửa dung dịch hoàn nguyên.

11.1.2.3. Sử dụng anion phức chất cố định trước

Ion phức chất có thể tạo ra phản ứng phụ, ví dụ hiện tượng oxy hoá-khử trong các ion nước hay chất lỏng xử lý mà không cần hòa tan chúng vào chất lỏng. Ví dụ: hấp phụ oxy hoà tan do oxy hoá của lớp nhựa anion sufít R - NH_3 - SO_3H thành nhựa sunfat R - NH_3 - SO_4H.

11.1.2.4. Các ứng dụng khác

Các định luật về trao đổi ion không liên quan đến việc dùng hạt trao đổi ion cho các mục đích khác (xúc tác, hấp phụ).

11.1.3. Các phương pháp tái sinh

Trong trường hợp làm mềm nước và loại bỏ muối khoáng, kết thúc chu trình sinh ra hợp chất A' và B', khi đường cong bão hoà tương ứng với hình 103, ta có thể nhận thấy rằng: nhựa trao đổi ion bão hoà ion B' và cân bằng với nồng độ ion B' trong dung dịch đưa vào lọc.

Việc tái sinh thực hiện bằng việc cho dung dịch đặc của chất A chảy qua lớp hạt trao đổi ion theo cùng chiều lọc (tái sinh cùng chiều) hay theo chiều ngược lại (tái sinh ngược chiều).

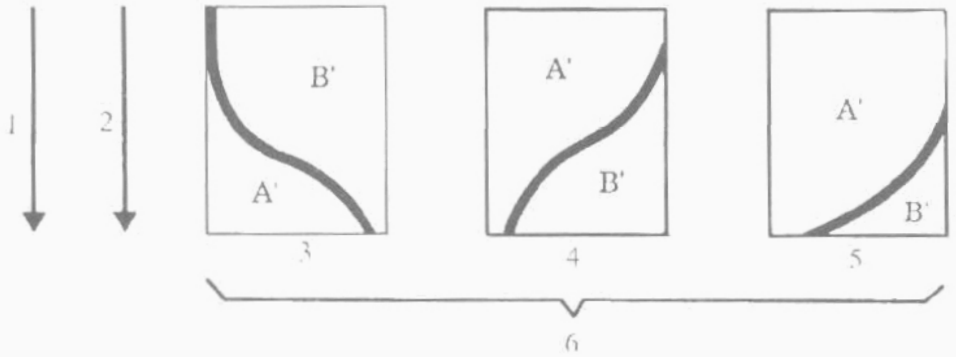
• Tái sinh cùng chiều: Trong khi làm việc (hình 105), dung dịch đặc ion ' trước hết tiếp xúc với nhựa trao đổi ion bão hoà ion B'. Ion B' được đẩy ra khỏi lớp nhựa trao đổi. Tiếp theo, các ion B' được chuyển qua lớp nhựa trao đổi ion ở trạng thái ít bão hoà hơn và chúng tìm thấy những điều kiện thuận

http://tieulun.hopto.org

lợi để được giữ lại. Đó chính là các ion A', nó được phát ra từ cột lọc trong giai đoạn đầu tái sinh.

Để thực hiện việc tái sinh toàn phần của lớp trao đổi ion. Thực tế phải thực hiện 2 lần trao đổi với một lượng ion tương ứng với tỷ số A'/ B'.

Cuối cùng khi lượng chất tái sinh bị hạn chế, các ion B' không được đẩy hết ra khỏi hạt trao đổi ion, các ion lớp dưới không được tái sinh hoàn toàn.

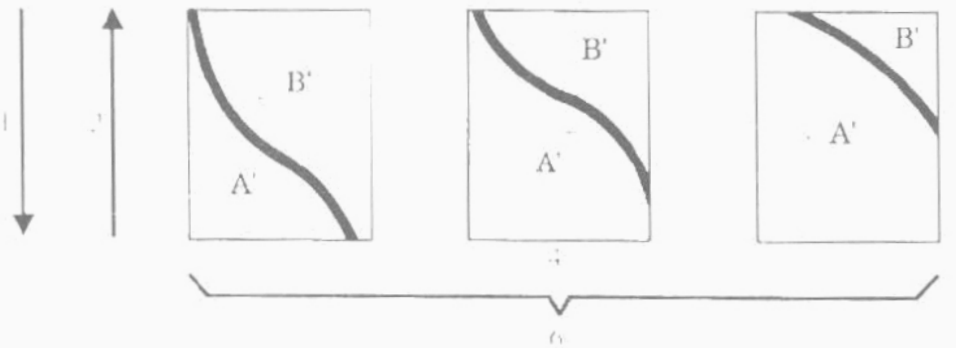


1. Lọc ; 2. Tái sinh ; 3. Trước ; 4. Trong quá trình; 5. Sau; 6. Tự tái sinh

Hình 105. *Tái sinh cùng chiều*

• *Tái sinh ngược dòng*

Các hiện tượng rất khác nhau, khi ta đưa các chất phản ứng tái sinh từ thấp lên cao. Thực vậy, các ion A' đặc hơn, trước hết gặp lớp nhựa trao đổi ion chứa ít ion B', do vậy sự tách rửa trong điều kiện tốt hơn. Ngoài ra trong lớp bão hoà ở phía trên, các ion B' không thể được giữ lại lần nữa (hình 106).



1. Cố định; 2. Tái sinh; 3. Trước; 4. Trong quá trình ; 5. Sau ; 6. Sự tái sinh

Hình 106. *Tái sinh ngược chiều*

http://tieulun.hopto.org

Tái sinh thực hiện trong điều kiện ít thuận nghịch hơn trường hợp cùng chiều. Về mặt nhiệt động lực học, điều đó tương ứng với hiệu suất cao hơn

Hai ưu điểm chính của phương pháp tái sinh ngược dòng là:

- Hiệu suất cao, giảm được lượng tiêu thụ chất phản ứng.

- Cải thiện chất lượng nước xử lý do các lớp ở cửa ra ở đáy được tái sinh với lượng dư thừa chất phản ứng.

11.1.4. Tủ vụng trao đổi ion

• Công suất (khả năng trao đổi) của nhựa trao đổi là khối lượng các ion có thể giữ lại được trên một đơn vị thể tích của chất trao đổi quan sát. Công suất được tính bằng gam đương lượng hay đôi khi đơn vị thể tích khối nhựa. Ta chia thành

- Công suất toàn phần là khối lượng cực đại các ion trao đổi được và đặc trưng cho một lớp nhựa đã cho,

Công suất hữu ích là phần có thể dùng được của công suất, phụ thuộc vào điều kiện thuỷ lực, hoá học trong từng trường hợp ứng dụng riêng biệt

• *Tải khối*

$$\frac{\text{Thể tích trong 1h của chất lỏng cần xử lý}}{\text{Thể tích nhựa trao đổi}}$$

• *Độ muối*

$$\text{Tải khối} \times \text{Độ muối của nước}$$

• *Mức độ tái sinh*

$$\frac{\text{Khối lượng chất phản ứng đã dùng}}{\text{Thể tích nhựa trao đổi}}$$

• *Tỷ lệ tái sinh*

$$\frac{\text{Gam đương lượng chất phản ứng}}{\text{Gam đương lượng ion đã tách}} \times 100$$

Tỷ lệ này luôn luôn lớn hơn 100% (100% tương ứng với tính cân bằng hoá học)

• Hiệu suất tái sinh là nghịch đảo của tỷ lệ tái sinh.

• Rò ion, nồng độ ion cần khử chứa trong nước đã xử lý.

• Điểm thủng: là thời điểm lượng ion rò vượt quá mức cho phép, buộc phải ngừng chu trình lọc.

• Độ hao mòn: sự mài mòn cơ học các hạt nhựa trao đổi ion

Tính bằng *mg/l, µg/l, mgdl/l*, đôi khi bằng % nước thô.

http://tieulun.hopto.org

11.2. Những dạng hạt chính trao đổi ion

11.2.1. Đặc tính của trao đổi ion

Vật liệu trao đổi ion dùng trong công nghiệp phải đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật sau:

• Sản phẩm không được hoà tan trong điều làm việc kiện bình thường. Thực tế, tất cả vật liệu trao đổi ion hiện nay đều đáp ứng điều kiện này. Tính không tan của chúng thay đổi theo nhiệt độ môi trường không thể phát hiện bằng phương pháp phân tích thông thường. Điều đó không còn đúng nữa đối với một số trao đổi ion khi nhiệt độ vượt quá một giá trị nào đó.

• Sản phẩm được gia công hợp cách, các hạt có độ đồng đều như có thể có và kích thước cũng như tổn thất áp lực trong vận hành giữ ở mức chấp nhận được. Trao đổi ion sử dụng trong kỹ thuật đã nêu trên có các hạt kích thước khoảng từ 0,3 đến 1,2mm. Đối với một số công trình đặc biệt (xử lý bình ngưng, nước trong hệ thống hạt nhân), các nhựa dạng bụi có kích thước 5-30um, gọi là "vi nhựa".

• Sự thay đổi trạng thái của vật liệu trao đổi ion không làm phá huỷ cấu trúc vật lí: Trong quá trình thay đổi, chất trao đổi ion có thể giữ các ion hoặc các phức chất ion hoá với kích thước và khối lượng rất thay đổi. Trong một số trường hợp, độ co ngót hay trương nở không bỏ qua được (đến 100% cho một số nhựa cacboxylic (HCO_2 - R) giữa pha H và pha NH_4). Sự co giãn này đương nhiên không gây ra nổ hạt. Mặt khác, việc định kích thước thiết bị cần phải chú ý đến trường hợp khó khăn nhất để bảo đảm sự co giãn này không tạo ra ứng lực quá lớn giữa lớp.

Không bao giờ được quên rằng: sử dụng trao đổi ion luôn kèm theo một số điều kiện mà ta còn chưa biết:

- Trao đổi ion chỉ giữ lại các ion nhưng không lọc huyền phù, chất keo hoặc nhũ dầu. Sự có mặt các chất này làm rút ngắn tuổi thọ của chúng;

- Loại bỏ các chất hữu cơ hoà tan rất phức tạp, cần có một sự nghiên cứu đặc biệt;

- Sự có mặt khí hoà tan trong nước với lượng lớn có thể đưa tới nhiều loạn trong hoạt động của nhựa trao đổi;

- Các chất ôxy hoá mạnh, Cl_2, O_3 tác dụng lên nhựa trao đổi;

- Cuối cùng, việc sử dụng ở tỷ lệ công nghiệp của các kết quả trong phòng thí nghiệm hay các tư liệu của người chế tạo cần phải rất thận trọng.

http://tieulun.hopto.org

Quy luật tính toán và sử dụng thiết bị cũng có tầm quan trọng như việc hiểu biết hiệu năng lý thuyết của lớp nhựa trao đổi ion.

11.2.2. Trao đổi cation

• *Hạt trao đổi vô cơ và than chứa sunfo*: các sản phẩm này không tồn tại nữa mà chỉ có ý nghĩa lịch sử.

• *Hạt trao đổi tổng hợp, chúng được chia thành hai nhóm*

- Trao đổi cation axít mạnh;

- Trao đổi cation axít yếu.

11.2.2.1 Trao đổi cation axít mạnh

Chúng đặc trưng bằng sự có mặt của gốc sunfonic HSO_3 có tính axít gần với axít sufuric. Hiện nay chúng là các polystyren chứa sunfo nhận được bằng hai cách:

- Trùng hợp polyme styren và divinybenzen thực hiện dưới dạng nhũ để thu được các hạt hình cầu hoàn hảo trong việc rắn hoá.

- Suformat hoá các viên bi đã thu được.

Sản phẩm tạo ra bằng cách điều chế này thực tế là đơn chức. Tính chất vật lí và hoá của chúng thay đổi theo tỷ lệ phần trăm của divinynbenzen so với styren được gọi là tỷ lệ tạo mạng dao động giữa 6 và 16%.

Để sử dụng lớp cố định ở tốc độ lọc bình thường và để xử lý nước có đặc tính trung bình, cột thứ hai của bảng 40 đã nêu một số các sản phẩm thường hay dùng.

Các sản phẩm này không còn phu hợp nữa khi xử lý (liên tục hoặc không liên tục) ở tốc độ lơn, ở chu trình thường xuyên sử dụng hay xử lý nước bằng oxy hoa. Do vậy ta thấy trên thị trường các nhựa trao đổi ion đac biệt, nó thường có tỷ lệ tạo lưới mạnh và có dạng các lỗ rộng. Các nhựa trao đổi ion quen biết dược liệt kê dưới đây:

Người cung ứng	Tên sản phẩm	
	Loại keo	Loại xốp lớn
Bayer	Lewatit S 100	Lewatit SP 112
DuoLite	Duolite C 20	Duolite C 26
DOW Chemical	Dowex HCR - S	Dowex MSC - 1
Rolum va Hass	Amberlite IR 120	Amberlite IR 200

http://tieulun.hopto.org

11.2.2.2. Trao đổi cation axít yếu

Đó là các nhựa polyacrylic đặc trưng bằng sự có mặt của gốc cacboxylic HCO_2 có thể liên kết với một số axít hữu cơ như axít focmic hay axêtic. Chúng khác với nhựa trao đổi cation axít mạnh ở hai điểm:

- Nó chỉ giữ các cation Ca, Mg, Na,... nối với các bicacbonat, nhưng không có thể trao đổi các cation bằng cách cân bằng với các anion mạnh (SO_4, Cl, NO_3);

- Chúng được tái sinh một cách dễ dàng với tỷ lệ tái sinh gần với tỷ lượng cân bằng hoá học các nhựa cacbonxylic quen biết nhất hiện nay liệt kê dưới đây:

Người cung ứng	Tên sản phẩm	
	Loại keo	Loại xốp lớn
Bayer		Lewatit CNP 80
DuoLite	Duolite C 433	Duolite C 464
DOW Chemical	Dowex CCR 2	
Rolum và Hass	Amberlite IR 50 IRR 84	

11.2.3. Trao đổi anion

Ta có thể chia thành hai nhóm.

- Chất trao đổi anion bazơ yếu hay trung bình;

- Chất trao đổi anion bazơ mạnh;

Sự phân biệt giữa hai loại có thể thực hiện như sau:

- Các bazơ yếu không gắn chặt được các axít yếu như axít cacbonic hay silic, còn các bazơ mạnh gắn chặt hoàn toàn các chất trên;

- Các bazơ mạnh chỉ có khả năng giải phóng các bazơ và muối của chúng theo phản ứng:

$$R - OH + NaCl \rightleftharpoons R - Cl + NaOH.$$

- Các bazơ yếu nhạy cảm ít nhiều với thuỷ phân đặc trưng bằng sự dịch chuyển bằng nước sạch của các anion đã cố định trước trên lớp nhựa trao đổi:

$$R - Cl + H_2O \rightleftharpoons R - OH + HCl$$

Trong khi đó bazơ mạnh ít nhạy cảm với hiện tượng này. Bazơ yếu rất dễ tái sinh.

http://tieulun.hopto.org

11.2.3.1. Chất trao đổi anion bazơ trung bình hay yếu

Tất cả các sản phẩm gồm một hỗn hợp anion bậc một, bậc hai và bậc ba đôi khi bậc bốn. Nhân phân tử có bản chất rất khác nhau, nó có thể là không vòng (dây béo), chất thơm hay dị vòng. Ta thấy dưới đây danh sách không toàn bộ các nhựa trao đổi ion này có cấu trúc xốp to.

Người cung ứng	Tên sản phẩm	
	Loại keo	Loại xốp lớn
Bayer		Lewatit MP 64
Duolite		Duolite A 378
Dow Chemical Rolum và Hass	Dowex WGR 2 Amberlite IRA 68	Dowex MWA 1 Amberlite IRA 93

11.2.3.2. Trao đổi anion bazơ mạnh

Đặc tính của sản phẩm này có trong phân tử amoni bậc bốn. Tất cả các nhựa trao đổi bazơ mạnh được dùng để loại bỏ khoáng chất dẫn xuất từ hai sơ đồ chung gọi là loại I và loại II. Loại I gồm các gốc amoni bậc bốn chứa alcoyn. Mỗi một loại có lĩnh vực ứng dụng riêng, nó được quyết định bởi bản chất của nước xử lý và phương thức tái sinh.

Hai loại khác nhau bởi các tính chất sau:

- Ở loại I, tính bazơ mạnh, công suất yếu, hiệu suất tái sinh thấp.

- Ở loại II, tính bazơ yếu hơn, công suất cao hơn, hiệu suất tái sinh tốt hơn. Dưới đây là danh sách các nhựa trao đổi aion thường dùng

Người cung ứng	Loại keo		Loại xốp lớn	
	Loại I	Loại II	Loại I	Loại II
Bayer	Lewatit M 500	Lewatit M 600	Lewatit MP 500	Lewatit MP 600
Duolite	Duolite	Duolite A 102	Duolite A 161	Duolite A 162
Dow Chemical	DowexSBR	Dowex SAR	Dowex MSA 1	Dowex MSA 2
Rolum và Hass	Amberlite IRA 400	Amberlite IRA 410	Amberlite IRA 900	Amberlite IRA 910

http://tieulun.hopto.org

11.2.4. Giới thiệu một số dữ liệu

11.2.4.1. Công suất toàn phần

Bảng dưới đây cho ta biết công suất trao đổi toàn phần của các loại nhựa trao đổi ion khác nhau tính bằng gram đương lượng có trong 1 lít nhựa (mgdl//).

Bản chất nhựa	Loại keo	Loại xốp nhựa
Cation axít yếu	3,5 - 4,2	2,7 - 4,8
Cation axít mạnh	1,4 - 2,2	1,7 - 1,9
Anion bazơ yếu	1,4 - 2,0	1,2 - 1,5
Anion bazơ mạnh		
- Loại I	1,2 - 1,4	1,0 - 1,1
- Loại II	1,3 - 1,5	1,1 - 1,2

11.2.4.2. Mức độ tái sinh

Nó phụ thuộc rất ít vào bản chất của nhựa, nhưng chủ yếu vào điều kiện sử dụng. Điều đó giải thích khoảng cách biệt đã quan sát được. Giá trị bảng dưới đây tính bằng gam sản phẩm sạch cho 1 lít nhựa.

Cation mạnh	NaCl	80 - 300
	H_2SO_4	80 - 250
	HCl	40 - 200
Cation yếu	110% công suất hữu ích	
Anion yếu	NaOH	40 - 100
	NH_3	30 - 60
	Na_2CO_3	60 - 130
Anion mạnh	NaOH	40 - 200

11.2.5. Nhựa hấp phụ và nhựa đặc biệt

11.2.5.1. Nhựa hấp phụ

Đó là các sản phẩm để giữ lại các hợp chất không ion hóa, các hợp chất trung hoà (chủ yếu là các phân tử hữu cơ) hoà tan trong dung môi phân cực và không phân cực. Hiện tượng hấp phụ ở các chất rắn rất phức tạp và phụ thuộc vào một số tương tác giữa mặt hấp phụ và phân tử được hấp phụ.

Do vậy, công suất hấp phụ của nhựa phụ thuộc vào các yếu tố chính sau:

- Cấu tạo hoá học của khung xương (poltstefrênic, polyacrylic, focmo-phenolic);

- Bản chất của nhóm chức năng hấp phụ phân cực (amin bậc hai, ba, amoni bậc bốn);

- Độ phân cực;

http://tieulun.hopto.org

- Đo xốp (nói chung sản phẩm xốp lớn với kích thước lỗ đến 130nm);

- Diện tích bề mặt riêng cho tới 750m^2/g;

- Tính háo nước;

- Dạng hạt.

Các ứng dụng khác:

- Bảo vệ hệ thống trao đổi ion bằng cách giữ lại các chất ô nhiễm trong nước nguồn (axit humic, thuốc tẩy);

- Khử màu siro của đường, glyxerin, nước hèm nho, lactozơ,...

Tách, lọc, cô đặc trong công nghiệp dược phẩm và hoá tổng hợp.

Phương thức tái sinh nhựa hấp phụ, phụ thuộc chủ yếu vào sản phẩm đã hấp phụ. Các chất chính là: axit, bazơ, clorua, natri, mêtanon, dung môi hữu cơ thích hợp và trong một số trường hợp nước sạch hay hơi nước.

Việc chọn chất hấp phụ rất khó, nó được chỉ dẫn bằng các đặc tính hấp phụ và các sản phẩm sẽ được hấp thu. Các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm hoặc ở các phân xưởng mẫu cần phải được thực hiện trước trong rất nhiều trường hợp.

11.2.5.2. Nhựa trao đổi ion đặc biệt

• Nhựa đa chức năng. Đó là các sản phẩm kết hợp các tính chất của nhựa mạnh và nhựa yếu. Đo là trường hợp các nhựa anion cho phép loại bỏ tất cả các anion gồm có silic và CO_2 để bảo đảm công suất trao đổi và một hiệu suất tái sinh tốt nhất nhờ chức năng bazơ yếu của chúng.

• Nhựa phức càng cua: Nó gồm một nhóm chức năng đặc biệt (aminophotphoric, aminodiaxetic, aminodixoin mertan), cho phép giữ lại có chọn lọc kim loại nặng của chất thải khác nhau (thiếc, chì, thuỷ ngân). Việc tách crômmatograph kim loại, làm mềm nước của nước mặn điện phân.

• Nhựa trao đổi sử dụng trong công nghiệp hạt nhân. Đó là các sản phẩm có độ tinh khiết cao hơn nhựa sử dụng thông thường.

Nhựa cation mạnh có dạng H^+, tái sinh được 99%; nhựa anion mạnh dưới dạng OH^- có ít hơn 0,1% Cl^-.

• Nhựa xúc tác:

- Nhựa có điện trong chất xúc tác bazơ hay axit (đặc biệt sự biến đổi glucô để sản xuất đường lỏng);

- Nhựa với xúc tác kim loại (ví dụ nhựa paledi để khử oxy của nước khử muối khoáng hay nước biển).

http://tieulun.hopto.org

11.3. Kỹ thuật truyền thống

11.3.1. Khái quát:

Cần nhấn mạnh rằng: phương pháp trao đổi ion chỉ có thể sử dụng sau khi đã xử lý sơ bộ thích hợp đối với chất lượng nước thô, đặc biệt việc loại bỏ huyền phù, các chất hữu cơ, clo dư, và cloamin... Xử lý sơ bộ thay đổi tuỳ theo loại nhựa trao đổi ion sử dụng.

Hệ thống truyền thống gồm các lớp nhựa trao đổi ion cố định, tái sinh cùng chiều: nước cần xử lý và dung dịch tái sinh thấm tách qua lớp nhựa từ cao xuống thấp

Chu trình trao đổi hoàn chỉnh gồm các pha sau đây:

- Làm việc (hay sản xuất): chu trình làm việc của lớp nhựa trao đổi ion được xác định bằng công suất trao đổi của lớp. Điều đó tương ứng với một khối lượng ion trao đổi được, hay tương ứng với một thể tích nước đã xử lý giữa hai lần tái sinh.

- Độ giãn nở (xới): một dòng nước dâng lên, sẽ làm giãn nhựa, cho phép loại bỏ các hạt và các mảnh vụn của nhựa đưa chúng lên bề mặt.

- Tái sinh: dung dịch tái sinh chảy rất chậm từ cao xuống thấp qua lớp lọc của nhựa.

- Thay thế (xúc rửa chậm) nước được phun với cùng lưu lượng như dòng tái sinh cho đến khi loại bỏ gần hết dung dịch tái sinh.

- Xúc rửa nhanh, nước lọc xả bỏ với lưu lượng làm việc cho đến khi chất lượng nước đã được xử lý đủ để chuyển thành sản phẩm.

• *Mô tả một thiết bị trao đổi ion làm mềm nước .*

Dù bản chất trao đổi thế nào, như loại bỏ cacbonat hay khử muối khoáng thì thiết bị cũng có dạng hình trụ kín trục thẳng đứng chứa nhựa trao đổi ion. Nhựa được đặt tiếp xúc trực tiếp với thiết bị thu gom chất lỏng, hoặc bằng các chụp lọc phun phân bố đều trên mặt, hoặc bằng một mạng ống có lỗ với số lượng và tiết diện phù hợp. Lớp nhựa trao đổi ion được đỡ bằng một lớp vật liệu đỡ: đá rửa, antraxít hay các hạt dẻo. Lớp này cũng dùng để đặt mạng thu gom (hình 107).

Người ta bố trí phía trên lớp nhựa một khoảng trống dư để cho giãn nở tự do (giữa 30 và 100% thể tích lớp hạt tuỳ theo tính chất của nhựa) và để đặt ống tháo khi rửa nước ngược.

Nước cần xử lý và chất tái sinh được đưa vào phần trên của bình nhờ hệ thống phân phối. Thiết bị là một bộ van điện bên ngoài và hệ thống ống dẫn cho phép thực hiện các thao tác khác nhau: đóng, mở, tái sinh, xúc rửa. Các van có thể đóng mở bằng tay hay tự động hoặc thay thế bởi một van trung tâm có nhiều cửa.

http://tieulun.hopto.org

• *Mô tả một thiết bị trao đổi ion làm mềm nước*

Dù bản chất trao đổi thế nào, như loại bỏ cacbonat hay khử muối khoáng thì thiết bị cũng có dạng hình trụ kín trục thẳng đứng chứa nhựa trao đổi ion. Nhựa được đặt tiếp xúc trực tiếp với thiết bị thu gom chất lỏng, hoặc bằng các chụp lọc phun phân bố đều trên mặt, hoặc bằng một mạng ống có lỗ với số lượng và tiết diện phù hợp. Lớp nhựa trao đổi ion được đỡ bằng một lớp vật liệu đỡ: đá rửa, antraxít hay các hạt dẻo. Lớp này cũng dùng để đặt mạng thu gom (hình 107).

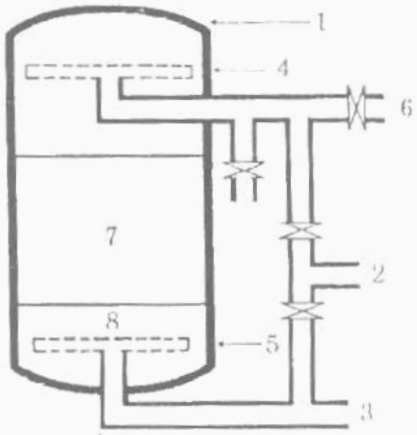
Người ta bố trí phía trên lớp nhựa một khoảng trống đủ để cho giãn nở tự do (giữa 30 và 100% thể tích lớp hạt tuỳ theo tính chất của nhựa) và để đặt ống thảo khi rửa nước ngược.

Nước cần xử lý và chất tái sinh được đưa vào phần trên của bình nhờ hệ thống phân phối. Thiết bị là một bộ van điện bên ngoài và hệ thống ống dẫn cho phép thực hiện các thao tác khác nhau: đóng, mở, tái sinh, xúc rửa. Các van có thể đóng mở bằng tay hay tự động hoặc thay thế bởi một van trung tâm có nhiều cửa.

<u>Chú ý</u>: Để đơn giản các phản ứng mô tả được coi như hoàn chỉnh, nhưng thực tế, sự rò của các ion nhẹ luôn xảy ra.

11.3.2. Làm mềm nước

Người ta dùng nhựa trao đổi cation và tái sinh bằng dung dịch clorua natri (hình 108). Tất cả muối của nước xử lý được chuyển thành muối natri. Độ cứng của nước đã xử lý thực tế bằng không. Độ pH và độ kiềm không thay đổi, làm mềm nước có thể thực hiện sau khi đã xử lý sơ bộ bằng vôi để loại bỏ bicacbonát và giảm TAC đến giá trị giữa 2 và 4°F. Trong trường hợp này, nước đồng thời được khử cacbonát và làm mềm (hình 109).



1. Bình trao đổi;
2. Cửa vào nước xử lý;
3. Cửa ra nước đã xử lý;
4. Mạng phân phối nước thô.
5. Mạng thu hồi nước đã xử lý;
6. Bơm đẩy chất tái sinh;
7. Nhựa trao đổi ion;
8. Lớp đỡ.

Hình 107. *Thiết bị làm mềm nước*

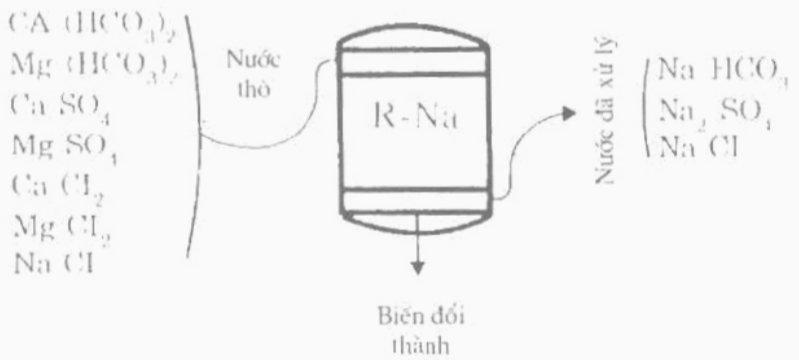
11.3.3. Loại bỏ cacbonát

Người ta dùng nhựa cacboxylic có tái sinh bằng axít có dạng R-H

http://tieulun.hopto.org

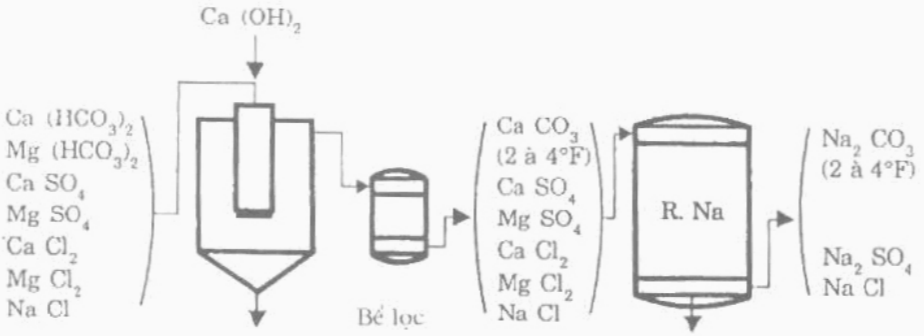
(hình 110). Nhựa này có tính chất giữ lại các cation kim loại và giải phóng anion tương ứng dưới dạng axít tự do cho đến khi độ pH của nước đạt tới giá trị từ 4 đến 5, tương ứng với việc giải phóng toàn bộ axít cacbonic của bicacbonat. Các cation liên kết với các anion axít mạnh (clorua, nitrat, sunfat) không bị giữ lại bởi lớp nhựa. Ở điều kiện này, nước đã xử lý chứa tất cả muối của axít mạnh và lượng khí CO_2 hoà tan tương đương với bicacbonat của nước thô. Nước có thể không có độ kiềm và độ cứng bằng giá trị TH-TAC của nước thô. Độ cứng có thể bằng 0 khi TH nhỏ hoặc bằng TAC, các ion kiềm thổ thường trao đổi tốt hơn các ion kiềm. Ngược lại, có thể thu được độ cứng bằng 0 bằng cách kết hợp trong cùng thiết bị một lớp nhựa cacboxylic và một lớp nhựa sunfonic, tái sinh liên tiếp với một axít mạnh và một dung dịch clorua natri. Nhựa carboxylic làm việc với chu trình H cố định TH với lượng tương đương với TAC. Nhựa sunfonic trao đổi các ion natri để khử độ cứng vĩnh cửu tương đương với ở TH-TAC. Như vậy thu được nước mềm đã khử cacbonat.

Trong trường hợp nước chứa bicacbonat natri hiệu suất của nhựa cacboxylic trở nên kém hơn và đôi khi còn phải dùng tới phương pháp H-Na bằng cách đặt song song lớp nhựa sunfonic dưới dạng H và một lớp khác dưới dạng Na, lớp thứ nhất giữ tất cả các cation và giải phóng axít tương ứng, lớp thứ hai làm cho nước mềm đi. Trộn với một tỷ lệ thích hợp nước đã khử cacbonát và đã làm mềm đưa vào cùng một chỗ chứa nước đã xử lý như các sơ đồ trên, tuy nhiên phương pháp này có nhược điểm: cần một tỷ lệ nghiêm ngặt của nước axít và nước bicacbonat, nếu không sẽ sinh ra một hỗn hợp axít ăn mòn thiết bị. Trong tất cả các sơ đồ có lợi nhất là loại bỏ CO_2 hoà tan do trao đổi ion giải phóng ra.



Hình 108. Làm mềm nước

http://tieulun.hopto.org



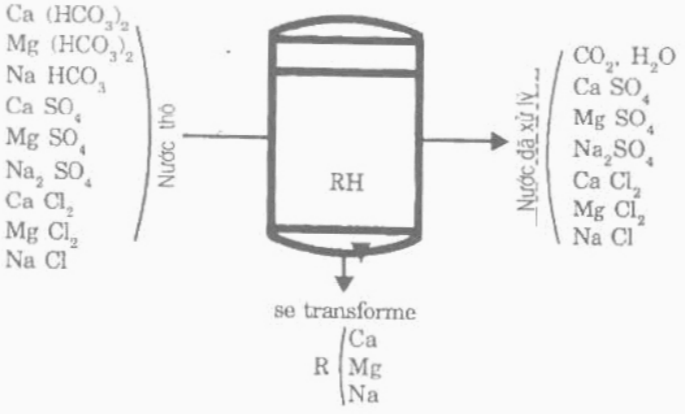
Hình 109. *Nước đồng thời được khử cacbonát bằng vôi và làm mềm*

11.3.4. Khử khoáng chất

Loại bỏ chất khoáng thực hiện theo một số phương pháp dựa trên các thông số cơ bản sau: Chất lượng nước thu hồi, thành phần của nước cần xử lý, tiêu thụ chất phản ứng để tái sinh. Ngoài ra, vốn đầu tư, lắp đặt cũng có ảnh hưởng đến cấu trúc của hệ thống.

Sau đây là sự mô tả sự phối hợp các nhóm nhựa trao đổi thường dùng nhất trong các sơ đồ có kí hiệu sau:

- Cf: nhựa cation axít yếu;
- CF: nhựa cation axít mạnh;
- Af: anion bazơ yếu hoặc trung bình;
- AF: anion bazơ mạnh;
- $|CO_2|$: loại bỏ CO_2;
- LM: lớp hỗn hợp (Mixed-bed).



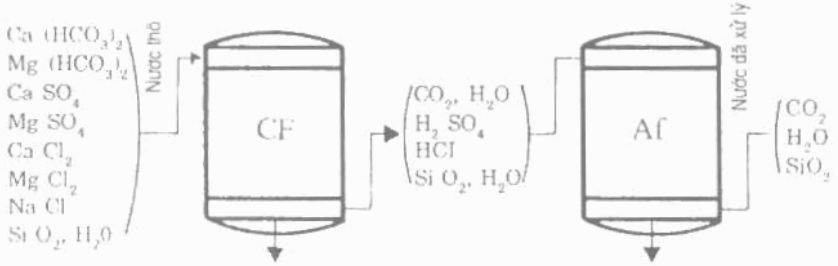
Hình 110. *Loại bỏ cacbonát*

http://tieulun.hopto.org

11.3.4.1. Loại bỏ khoáng chất từng phần

Đó là một thiết bị chứa nhựa cation axít mạnh (CF), tái sinh bằng axít mạnh, vận hành nối tiếp với một thiết bị chứa nhựa anion bazơ yếu hay trung bình (Af), tái sinh bằng xút hay amoni. Nước sau lọc được sử dụng sao cho khi độ axít cacbonnic không độc hại, hoặc loại bỏ ở thiết bị khử khí CO_2 đặt ở trước hoặc sau thiết bị trao đổi ion (hình 111).

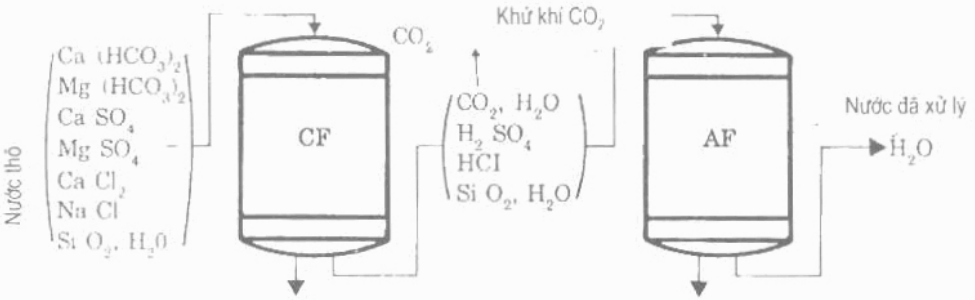
Nước đã xử lý chứa toàn bộ silic có mặt và nếu nó được khử khí, khoảng 15mg/lít axít cacbonic, tuỳ theo tỷ lệ tái sinh chấp nhận được đối với nhựa cation mà độ dẫn điện thay đổi từ 2 đến 20µ.S/cm. Độ pH vào khoảng 6-6,5 khi loại bỏ dioxit cácbon thực hiện một cách nghiêm chỉnh. Đây là một dây chuyền sản xuất nước cho nồi hơi áp suất trung bình và một số quá trình công nghiệp.



Hình 111. *Loại bỏ khoáng chất từng phần*

11.3.4.2. Loại bỏ toàn bộ muối khoáng

• *Hệ thống* CF + AF: tất cả các ion gồm cả silic được loại bỏ (hình 112). Thường người ta quan tâm đến việc giảm dòng ion đi qua nhựa trao đổi anion, bằng cách đặt vào quãng giữa bể trao đổi anion và bể cation một bộ khử khí CO_2 để giảm hàm lượng CO_2 đến vài mg/l. Điều đó cho phép giảm thể tích nhựa anion mạnh và tiêu thu chất phản ứng tái sinh sẽ giảm.

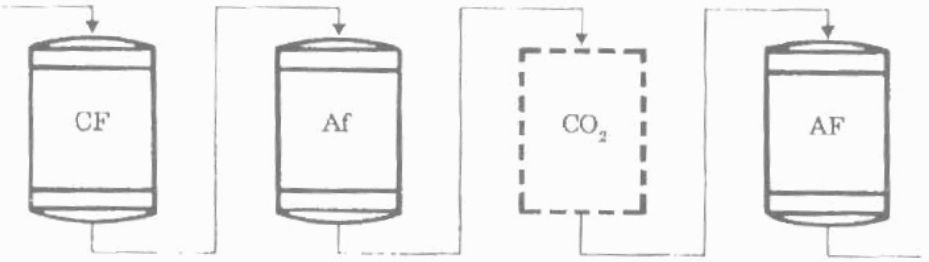


Hình 112. *Loại bỏ khoáng chất toàn phần*

http://tieulun.hopto.org

Chất lượng của nước khử muối khoáng chủ yếu tuỳ thuộc vào tỷ lệ tái sinh của nhựa cation. Sự rò rỉ ion tạo bởi vết xút ăn da (hoặc vôi, khi nước thô không chứa natri) từ nhựa cation. Giảm hàm lượng silic cũng phụ thuộc vào hàm lượng xút giữ lại trong nước đã khử khoáng chất. Thực tế, thường ta thu được nước có độ dẫn điện từ 3 đến 20µS/cm, một hàm lượng silic từ 0,05 đến 0,5mg/l với độ pH khoảng từ 7 đến 9. Sơ đồ này đơn giản nhất, và thu được nước đã khử khoáng chất dùng trong nhiều lĩnh vực.

• *Hệ thống CF + Af + AF* (hình 113) cũng như phương án trước cho chất lượng như nhau nhưng tiết kiệm hơn, khi nước thô chứa một tỷ lệ lớn anion mạnh (clorua và sufat).



Hình 113. *Loại bỏ muối khoáng toàn phần với hai bể trao đổi ion*

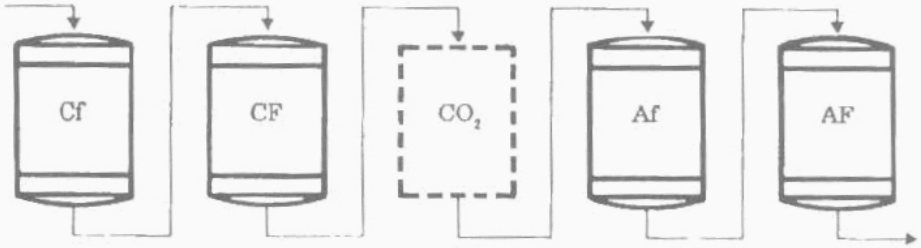
Sau khi qua bể cation axít mạnh và bể anion kiềm yếu nước chuyển tiếp tục qua nhựa trao đổi ion bazơ mạnh. Thiết bị loại bỏ axít cácbonnic đặt sau bể cation hoặc giữa hai thiết bị trao đổi anion.

Tái sinh nhựa trao đổi anion thực hiện nối tiếp, dung dịch xút trước hết chuyển qua lớp nhựa bazơ mạnh sau đó bazơ yếu. Phương pháp này tiết kiệm xút đáng kể so với các phương pháp trên, vì nói chung, độ dư thừa xút để tái sinh toàn bộ nhựa bazơ yếu. Ngoài ra khi nước thô chứa các chất hữu cơ, nhựa bazơ yếu bảo vệ nhựa bazơ mạnh.

• *Hệ thống với nhóm Cf + CF*: nhóm này thích hợp với nước chứa một phần đáng kể bicacbonat.

Việc tái sinh thực hiện liên tiếp qua nhựa sufonic và cacboxylic. Giả sử sự tái sinh nhựa caboxylic thực hiện gồm tỷ lượng dư thừa axít tự do tồn tại sau khi tái sinh nhựa sufonic, tỷ lệ tái sinh tổng thể giảm một cách đáng kể. Hình 114 trình bày dây chuyền cho phép tiêu thụ nhỏ nhất chất phản ứng.

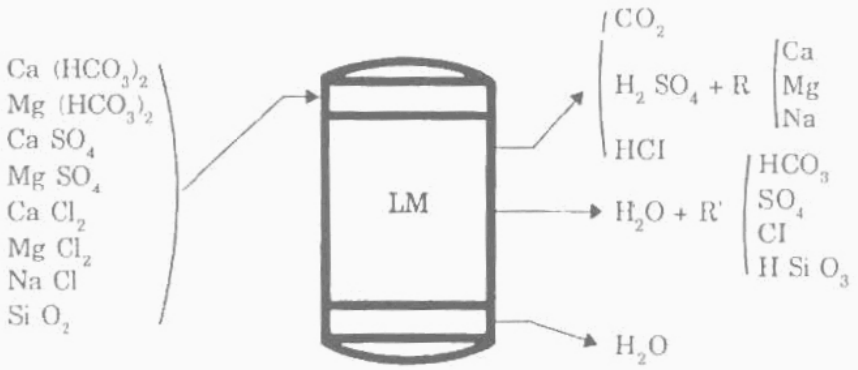
http://tieulun.hopto.org



Hình 114. *Loại bỏ khoáng chất toàn phần với hai thiết bị trao đổi cation và hai thiết bị trao đổ anion*

• *Lớp hỗn hợp (LM)*

Phương pháp này cơ bản khác với sơ đồ có lớp tách biệt, thực chất là hai loại nhựa trao đổi mạnh cation và anion được hợp nhất trong một thiết bị. Chúng được trộn lẫn với nhau bằng bộ trộn không khí nén. Các hạt nhựa được đặt cạnh nhau tự tạo nên vô số các cation và anion liên tiếp (hình 115).



Hình 115. *Loại bỏ toàn bộ khoáng chất với lớp hỗn hợp*

Để thực hiện tái sinh, cả hai loại nhựa được phân loại bằng thuỷ lực khi giãn nở. Nhựa anion nhẹ hơn nổi ở phía trên, còn nhựa cation nặng hơn chìm xuống đáy. Sau khi tách loại, mỗi loại nhựa được tái sinh riêng biệt lần lượt với xút ăn da và axít mạnh. Lượng dư thừa chất tái sinh tiếp tục tháo bằng xúc rửa mỗi lớp. Sau khi thu sạch từng phần thiết bị, các hạt nhựa này được trộn lẫn lại bằng khí nén. Ta kết thúc xúc rửa và bể đã chuẩn bị cho chu trình mới. Ưu điểm của lớp hỗn hợp so với lớp tách biệt như sau:

- Nước thu được có độ tinh khiết cao và chất lượng không đổi trong suốt quá trình làm việc, (độ dẫn điện nhỏ hơn 0,2μS/cm, silic nhỏ hơn 20μg/l);
- pH gần trung hoà;
- Tiêu thụ rất ít nước xúc rửa;

http://tieulun.hopto.org

Nhược điểm của lớp hỗn hợp là khả năng trao đổi rất thấp và thao tác rất phức tạp vì phải tách riêng khi rửa và trộn lại nên cần các thao tác rất hoàn hảo. Lớp nhựa trao đổi lớp hỗn hợp có thể dùng trực tiếp cho nước thô với điều kiện là chứa ít ion (nước đã xử lý sơ bộ bằng thẩm thấu ngược hay chưng cất, nước ngưng tụ, nước ở bể của nhà máy điện nguyên tử với chu trình khép kín). Một lớp hỗn hợp có thể thay bằng một dây chuyền trao đổi ion phức tạp. Các sơ đồ đặc biệt có thể gồm:

- CF + $|CO_2|$ + LM;

- Thiết bị làm mềm nước + LM;

- CF + Af + $|CO_2|$ + LM: Sơ đồ này thích hợp cho nước giàu amion mạnh.

Tuy nhiên, trong việc xử lý tăng cường thì lớp nhựa trao đổi ion hỗn hợp thường sử dụng.

• Thiết bị trong hệ thống xử lý hoàn thiện: Chất lượng nước ra khỏi hệ thống thứ nhất dù có thành phần như thế nào cũng được xác định bằng một lượng rò từ nhựa cation. Lượng rò ion này thay đổi theo đặc tính của nước thô và tỷ lệ tái sinh. Nước sau khi khử khoáng chất vẫn chưa đáp ứng với nhu cầu sử dụng như nước cấp cho nồi hơi áp suất rất cao, một số ứng dụng trong công nghiệp hoá chất, nguyên tử hay điện tử. Do đó cần phải xử lý một lần nữa trên một hệ thống gọi là: Hoàn thiện.

Sự rò ion từ nhựa trao đổi cation được biến đổi thành ion không kiềm trong lớp nhựa trao đổi anion, do đó kéo theo sự rò silíc từ bể anion.

Do vậy, một hệ thống xử lý hoàn thiện cần phải có một nhựa trao đổi cationn axít manhj và một nhựa anion bazơ mạnh. Chúng gồm hai bình nối tiếp, tái sinh thực hiện theo chiều AF2-AF1 và CF2-CF1. Trong điều kiện này, nhựa trao đổi hoàn thiện được tái sinh một cách hoàn hảo và chất lượng nước khử khoáng chất đặc biệt cao (độ dẫn điện nhỏ hơn 1µs/cm, hàm lượng silíc khoảng từ 5 đến 20µg/l).

Tuy nhiên hệ thống này ngày càng ít sử dụng. Người ta thích dùng lớp nhựa trao đổi hỗn hợp cho phép đạt được độ dẫn điện cỡ 0,05µS/cm ở 25°C và lượng rò silíc nhỏ hơn 10µg/l. Một lớp hoàn thiện hỗn hợp, do chứa ít ion nên chỉ cần tái sinh sau mỗi 5 đến 10 lần tái sinh của hệ thống lọc sơ bộ.

Đối với một số ứng dụng người ta có thể tự bằng lòng với việc dùng nhựa cation axít yếu hay mạnh dùng để trung hoà sự rò xút từ nhựa trao đổi anion của hệ thống lọc thứ nhất. Nhựa hoàn thiện này có tên là "bộ lọc đệm" cho phép thu được nước không có cation (độ dẫn điện nhỏ hơn 1µS/cm) có độ pH giữa 6 và 7.

http://tieulun.hopto.org

11.4. Nguyên tắc tính toán một hệ thống loại bỏ khoáng chất

Các phần tử sau đây cần cho tính toán:

- Chuẩn độ TAC của nước thô (°F);

- Chuẩn độ SAF của nước thô °F ($SO_4 + Cl + NO_3$);

- Hàm lượng silíc $TSiO_2$ (1° = 12mg// SiO_2);

- Hàm lượng axít cacbonic của nước sau khi đã chuyển qua lớp nhựa cation và sau khi loại bỏ axít cacbonic, TCO_2;

- Thể tích nước V cấp vào giữa quá trình tái sinh (m^3) có thể gồm cả nước sử dụng cho quản lý;

- Lưu lượng giờ Q (m^3);

- Công suất trao đổi C của lớp nhựa tính bằng độ-lít/lít nhựa bị nén (độ có thể thay bằng mili đương lượng, biết rằng 1mili đương lượng = 5°F);

- Đối với các hệ thống truyền thống, công suất trao đổi được tính cho mỗi loại nhựa xuất phát từ các tài liệu cung cấp của nhà chế tạo. Trước hết ta tính toán cho nhựa trao đổi amion từ công suất C. Thể tích sử dụng cho bởi công thức:

Đối với nhựa bazơ yếu: $V_a = \frac{V \times SAF}{C}$;

Đối với nhựa bazơ mạnh: $V_a = \frac{V \times (SAF + TCO_2 + TSiO_2)}{C}$.

Ta tính tiếp theo nhựa trao đổi cation có kể đến nước bổ sung α và cần cho xúc rửa nhựa trao đổi anion α thay đổi từ 5 đến 20 tuỳ theo loại nhựa:

$$V_c = \frac{(V + \alpha V_a)(SAF + TAC)}{C}.$$

Thể tích tính toán được so sánh với lưu lượng giờ nước xử lý. Thực vậy, tồn tại một giới hạn trên của tốc độ lọc hoặc là ở tải khối. Nếu V_c hay V_a quá nhỏ, có thể hiệu chỉnh lại chúng, bằng sự tăng thể tích của chu trình V.

11.5. Kiểm tra và bảo dưỡng một thiết bị loại bỏ khoáng chất

11.5.1. Kiểm tra việc xử lý

Công việc kiểm tra ở một thiết bị loại bỏ khoáng chất gồm các phép đo sau đây:

- Độ dẫn điện (hay điện trở suất);

- Nồng độ silic;

http://tieulun.hopto.org

- Độ cứng;
- Nồng độ natri;
- pH.

Độ tin cậy cực đại thu được bằng kiểm tra tự động liên tục, đặc biệt đo độ dẫn điện và nồng độ silic độ pH.

Để biểu hiện tính đúng đắn phép đo độ dẫn điện và đưa ra giá trị rò ion, cần phải nhớ rằng thông thường, trang thiết bị đã tính toán phù hợp, nước đã khử muối khoáng và chỉ chứa các vết xút ăn da (xem chương 8).

11.5.2. Khử trùng các lớp nhựa

Đôi khi ta gặp phải những khó khăn trong việc vận hành do sự có mặt của vi sinh:

- Sự bịt kín các lỗ rỗng do sự xâm nhập của các vi khuẩn ký sinh (đặc biệt với các lớp nhựa cacboxylic);
- Nhiễm độc bên trong các lỗ xốp của nhựa (đặc biệt với nhựa trao đổi anion);

Có hai phương pháp cứu chữa, nhưng chỉ được áp dụng sau khi đã hỏi ý kiến các nhà chuyên môn:

- Phòng ngừa: bằng cách cho clo hoá trước nước thô, liên tục hoặc cách quãng;
- Điều trị: khử trùng các lớp nhựa bằng focmôn hoặc với nước mặn 200g/l NaCl kiềm hóa bằng xút ở pH = 12.

11.5.3. Lưu giữ nhựa trao đổi ion

11.5.3.1. Trong bao bì gốc

• *Bảo vệ chống mất nước*: cần phải giữ nhựa trong bao bì tránh ánh sáng mặt trời ở nhiệt độ không vượt quá 40°C. Kiểm tra thường xuyên độ kín của bao bì, bảo đảm độ ẩm của nhựa, nếu bao bì đã mở, cần phải rảy nước vào trước khi đóng lại.

• *Bảo vệ chống đóng băng*: ta có thể đặt vào nơi không lạnh hoặc xử lý nhựa bằng nước muối bão hoà.

11.5.3.2. Trong thiết bị

• *Bảo vệ chống mất nước* bằng cách bảo đảm trong cột lọc luôn có nước.

• Bảo vệ chống lạnh bằng cách thay nước bằng nước muối bão hoà đảm bảo nhiệt độ tới -17°C. Đối với nhiệt độ nhỏ hơn, sử dụng hỗn hợp nước/glycol với một tỷ lệ thích đáng.

• *Bảo vệ chống sinh trưởng của vi khuẩn*. Trước khi dùng cần phải loại bỏ huyền phù bằng rửa ngược dòng trong thời gian dài. Nhựa cation và anion

http://tieulun.hopto.org

phải giữ ở trạng thái bão hoà. Nó cũng dùng cho nhựa anion để tránh thuỷ phân của nhóm bazơ mạnh thành các nhóm bazơ yếu và nhóm trung hoà. Điều đó kéo theo tổn hao công suất.

Các lớp nhựa trao đổi cation có thể đổ đầy một dung dịch foocmôn 0,5%. Cần bảo đảm kiểm tra thường xuyên nồng độ và theo dõi không để nồng độ giảm quá 0,2%.

Trao đổi anion có thể đổ đầy một dung dịch 0,1% muối kiềm amoni cấp IV.

Dung dịch đổ vào thiết bị có chuẩn độ muối nhỏ nhất là 200g/l cũng có hiệu quả.

Ngoài ra, nó có cấu trúc như một dung dịch chống đóng băng và thuỷ phân.

12. ÔXY HOÁ - KHỬ

12.1. Nguyên lý - thế ôxy hoá - khử

Một số chất tự thể hiện dưới dạng oxy hoá hay khử và chuyển từ dạng này sang dạng khác bằng sự có thêm electron (khử) hoặc mất electron (oxy hoá). Một cặp được tạo bởi một chất nhận và cho electron được gọi là hệ thống oxy hoá-khử:

$$\text{Khử} \rightleftarrows \text{oxy hoá}^{n+} + ne^-$$

$$\text{Ví dụ: } Fe^{2+} \rightleftarrows Fe^{3+} + e^-$$

Cần phải chú ý rằng về nguyên tố oxy và hydrô, chúng chỉ có thể tác động như một chất oxy hoá và một chất khử. Không có chất oxy hoá hoặc khử tuyệt đối theo đúng nghĩa.

Khả năng tương tác được đặc trưng bằng thế oxy hóa khử hoặc thế Redox, phụ thuộc vào hoạt tính của hai dạng bị oxy hoá và bị khử. Theo công thức:

$$E_0 = E_0^0 + \frac{K}{n} \log \frac{|\text{dạngoxyhóa}|}{|\text{dạngkhử}|}$$

Trong đó:

n - Số lượng electron vận dụng trong phản ứng oxy hoá khử;

E_0^0 - Thế năng chuẩn tương ứng với trạng thái cân bằng:

$$|\text{dạng oxy hoá}| = |\text{dạng khử}|$$

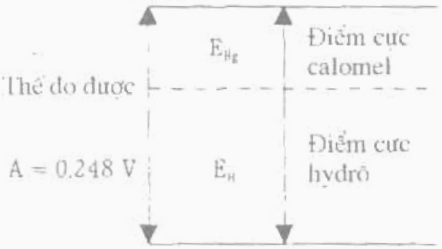
Thế oxy hoá khử được đo bằng một cặp điện cực, một cực bằng kim loại chống ăn mòn (bằng platin hay vàng) và một điện cực chuẩn, nói chung là

http://tieulun.hopto.org

một điện cực bằng calomen bão hoà KCl (hình 116). Thế đo được E_{Hg} dương hoặc âm so với điện cực claomen tính bằng (V) cần được so sánh với điện cực bằng hydro E_H thường có điện thế ban đầu dương (+ 0,248V ở 20°C). Giá trị rH hay thế năng oxy hoá-khử được tính toán từ phương trình của Nerst:

$$rH = \frac{E_H}{0,029} + 2pH = \frac{A \pm E_{Hg}}{0,029} + 2pH;$$

So sánh với thế E_0^0, nó có khả năng thiết lập một sự phân loại các chất khác nhau. Một chất A có một thế năng chuẩn cao hơn chất B, nó sẽ oxy hoá chất B và chất B là chất khử của chất A.



Hình 116. Đo thế oxy hoá khử

Theo định nghĩa, ta xem thế của một điện cực hydro bằng 0. Các giá trị điện thế thông thường ở 25°C của một số chất thường gặp trong nước cho trong bảng 40.

Bảng 40. Thế oxy hoá khử định mức của các hợp chất chứa oxy và halogen (E_H = 0 vol). Nước có thể cùng tham gia vào các phản ứng oxy hoá khử (theo điều kiện thực nghiệm)

	E_0 (vol)		E_0 (vol)
$OH^0 + H^+ + e \rightarrow H_2O$	2,76	$HOI + H^+ + 2e \rightarrow I^- + H_2O$	0,99
$O_3 + 2H^+ + 2e \rightarrow O_2 + H_2O$	2,07	$ClO_2aq + e^- \rightarrow ClO_2^-$	0,95
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e \rightarrow 2H_2O$	1,76	$OCl^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Cl^- + 2OH^-$	0,90
$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$	1,36	$HO_2^- + H_2O + 2e^- \rightarrow 3OH^-$	0,87
$HOBr + H^+ + 2e \rightarrow Br^- + H_2O$	1,33	$OBr^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Br^- + 2OH^-$	0,70
$O_3 + H_2O + 2e \rightarrow O_2 + 2OH^-$	1,24	$I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$	0,54
$ClO_3^- + e \rightarrow ClO_2^-$	1,15	$I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$	0,53
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	1,07	$OI^- + H_2O + 2e \rightarrow I^0 + 2OH^-$	0,49

Trong thực tế, việc chuyển một chất từ dạng oxy hoá sang dạng khử thường xảy ra bằng cách dùng một chất khác tự chuyển chính nó từ dạng khử sang dạng oxy hóa:

http://tieulun.hopto.org

$$aOx_1 + bRed_2 \rightleftarrows aRed_1 + bOx_2 \text{ (phương trình redox)}$$

Quan sát hỗn hợp từ hai cặp. Trộn lẫn một lượng bằng nhau của chất oxy hóa từ một cặp và chất khử từ một cặp khác $a(Ox_1) = b(Red_2)$ cho phép đạt tới điểm đồng hoá trị. Thế của hệ thống được định nghĩa bằng:

$$E = \frac{bE_1 + aE_2}{a + b}$$

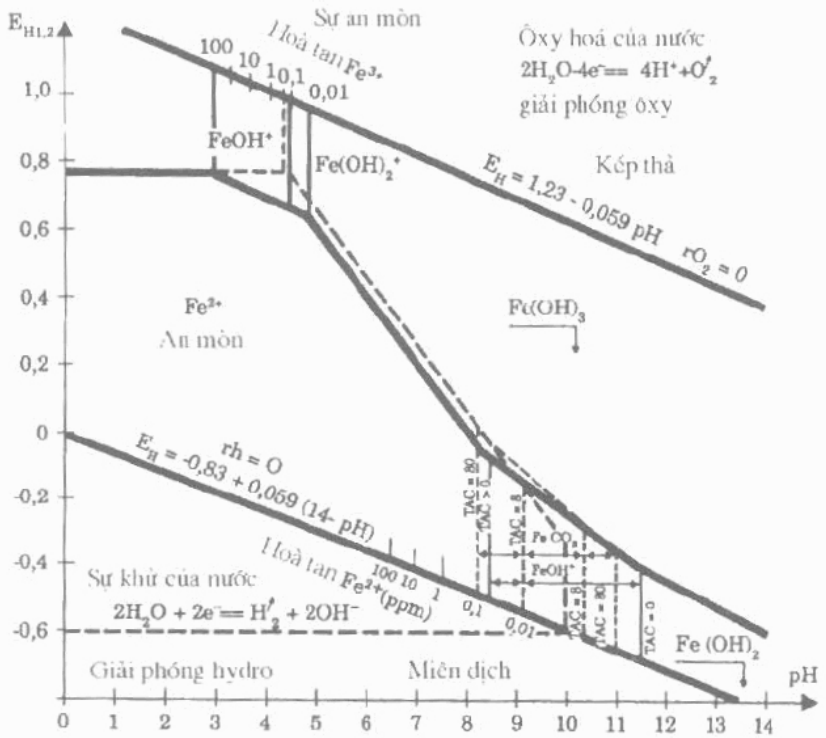
Thế năng này đặc trưng cho điểm uốn của đường cong chuẩn độ thế năng phụ thuộc vào nồng độ chất oxy hóa.

12.2. Mục đích

Phản ứng oxy hoá khử được dùng trong xử lý nước:

- Để khử trùng nước;
- Để chuyển một nguyên tố hoà tan sang kết tủa (Fe, Mn loại bỏ sunfát...).

Xác định và kiểm tra độ pH của phản ứng có tầm quan trọng hàng đầu. Hình 117 xác định chính xác trạng thái các dạng khác nhau của sắt và mangan cùng với sự biến động phụ thuộc vào độ pH và thế oxy hoá khử.



Hình 117. Đồ thị thế năng - pH của sắt. (Theo HEM1961)

http://tieulun.hopto.org

- Để chuyển một nguyên tố hoà tan sang thể khí (ví dụ khử nitơ);

- Để biến đổi một chất thành nhiều chất đơn giản mà sự có mặt của chúng trong nước là chấp nhận được (ví dụ phênon);

- Để biến đổi một chất không phân huỷ sinh học thành nhiều chất đơn giản hơn, có khả năng đồng hoá bằng vi khuẩn (ví dụ vì ô nhiễm);

- Ôxy hoá có thể thực hiện bằng vi khuẩn hoá dưỡng trung gian: oxy hoá sắt và mangan, oxy hóa hợp chất chứa lưu huỳnh, oxy hoá khử hợp chất chúa nitơ, khử mêtan.

12.3. Những kỹ thuật ôxy hoá chủ yếu

12.3.1. Ôxy hoá bằng phương pháp vật lý

• *Dùng không khí:* Dựa vào việc hoà tan oxy của không khí vào nước. Sau khi hoà tan, oxy có thể oxy hoá một có hợp chất ví dụ như: sắt 2 thành sắt 3 theo phản ứng:

$$4Fe^{2+} + O_2 + 8OH^- + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow.$$

Kỹ thuật này được nói ở chương 17.

Sục khí bằng phương pháp vật lý nhằm tạo hiệu ứng phụ loại bỏ khí hoà tan còn dư thừa so với thành phần không khí được dùng để sục khí:

- Loại bỏ H_2S;

- Loại bỏ CO_2 dư (từ đó nâng cao độ pH). Cần phải chú ý rằng: sục khí quá mạnh có thể làm tăng độ pH.

• *Dùng ôxy* Ở trường hợp có nhu cầu oxy lớn thích hợp nhất là thay không khí bằng oxy sạch khi sục khí dưới áp suất. Áp suất riêng phần của oxy tăng gấp 5 lần khi cùng một áp suất thổi không khí. Điều đó cho phép tăng lượng oxy hoà tan trong nước ở áp suất này. Kỹ thuật này được sử dụng chủ yếu để xử lý nước thải.

12.3.2. Oxy hoá bằng phương pháp hoá học.

12.3.2.1. Chất phản ứng khí

Các chất phản ứng sử dụng là clo và ózôn.

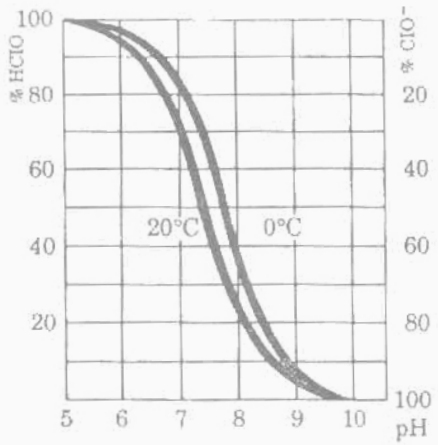
1. Clo. Clo là chất phản ứng thông dụng nhất để khử trùng nước. Clo không dùng trực tiếp dưới dạng khí. Trước hết nó được hoà tan vào nước và tác dụng trong nước theo phản ứng: $Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HClO + HCl$;

Kèm theo phản ứng phụ: $HClO \rightleftarrows ClO^- + H^+$

http://tieulun.hopto.org

Hình 118 có tính đến sự cân bằng của phản ứng phụ tuỳ thuộc độ pH khi pH nhỏ hơn 2, tất cả clo ở dạng phân tử. Ở pH = 5, clo phân tử biến mất và tất cả clo dưới dạng HClO. Ở pH lớn hơn 10, tất cả clo dưới dạng ion hypoclorit - clo ClO^-.

Tác dụng diệt vi khuẩn của clo là lớn nhất khi clo ở dưới dạng HClO. Hình 118 cho phép tính lượng clo ở dạng HOCl gọi là clo tự do hoạt tính (không đo được trực tiếp) ở độ pH đã cho nằm giữa 5 và 10 với một liều lượng clo tự do đã cho đo được trong nước. Clo có khả năng giữ lại khá lâu.



Hình 118. Sự phân ly của HClO trong nước

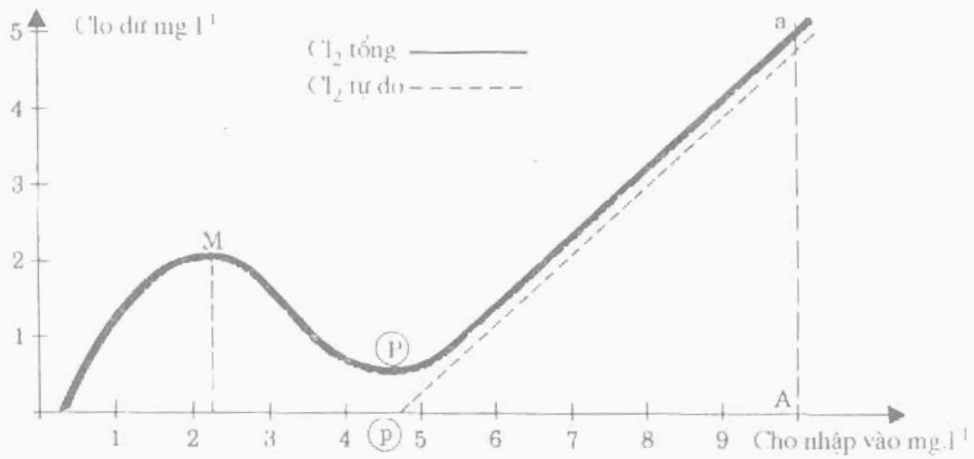
Clo cũng tác dụng lên các chất hữu cơ của nước và amoni. Nếu trong nhiều bình chứa cùng loại nước, ta cho vào liều lượng clo tăng dần và ta đo clo chứa trong mỗi bình sau một thời gian tiếp xúc cho trước (ví dụ 2 giờ), đo được clo còn lại ta nhận được đường cong trên hình 119. Đường chấm cho ta biết số lượng clo tự do. Clo phản ứng với các hợp chất chứa amoni theo phản ứng sau:

$$HOCl + NH_3 \rightarrow NH_2Cl + H_2O$$

$$NH_2Cl + HOCl \rightarrow NHCl_2 + H_2O \quad \text{Mônocloamin}$$

$$NHCl_2 + HOCl \rightarrow NCl_3 + H_2O \quad \text{Đicloamin}$$

$$2NH_3 + 3HOCl \rightarrow N_2 + 3HCl \quad \text{Tricloamin}$$

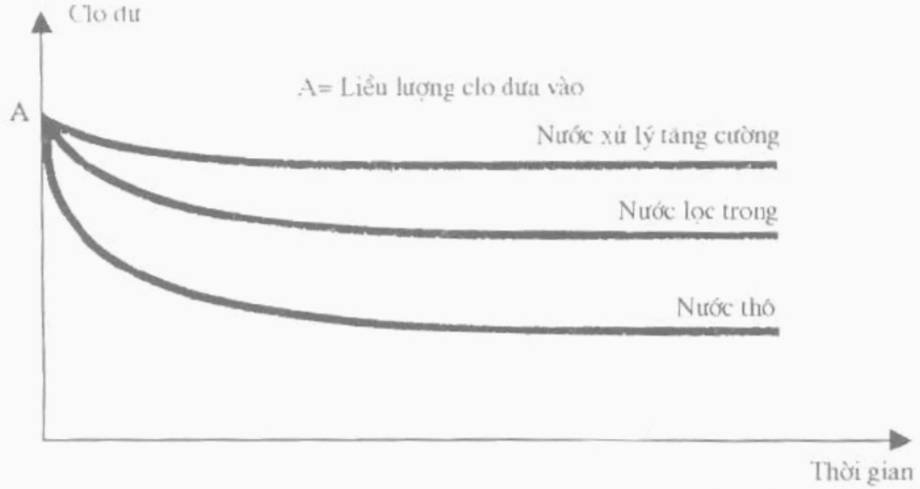


Hình 119. Đường cong hấp thụ clo

http://tieulun.hopto.org

Từ điểm đầu đường cong đến M là sự tạo thành mono và dicloamin ứng với liều lượng clo dư toàn phần. Sau điểm M, clo cho thêm vào phản ứng tiếp với mono và dicloamin để tạo ra tricloamin mà không phản ứng với lượng clo dư. Đó chính là điểm P, liều lượng clo P tương ứng với điểm tới hạn (hoặc điểm cắt hay điểm gẫy). Sau điểm tới hạn, lượng clo tổng còn dư tăng theo tỷ lệ số lượng clo đưa thêm vào. Clo chủ yếu dưới dạng tự do.

Động học phản ứng của clo lên nước chứa annoni và tạo ra các sản phẩm, phụ thuộc vào nhiều yếu tố (pH, nhiệt độ, dạng amoni), nó được mô hình hoá (SAUNIER 1976).



Hình 120. *Thử trong ống dẫn - Hấp thụ clo theo thời gian.*

• *Kiểm tra lượng clo trong ống dẫn*: Đó chính là phép thử để biết được sự tiêu thụ clo cho nước tuỳ thuộc thời gian (hình 120). Ta có thể đưa ra số lượng clo sử dụng để thu được clo dư đã cho ở cuối mạng ống dẫn với thời gian lưu giữ đã biết. Phép thử này cũng chú ý đến hiệu quả xử lý áp dụng cho nước thô. Nước đã lọc trong hấp thụ ít clo hơn nước thô, nhưng lớn hơn nước tinh chế.

II. Ôzôn.

Ôzôn là chất oxy hoá mạnh nhất được dùng trong thực tế để xử lý nước uống. Đó là khí sản xuất tại chỗ để sử dụng. Tác động của ôzôn trong nước là kết quả của hai hiện tượng nối tiếp:

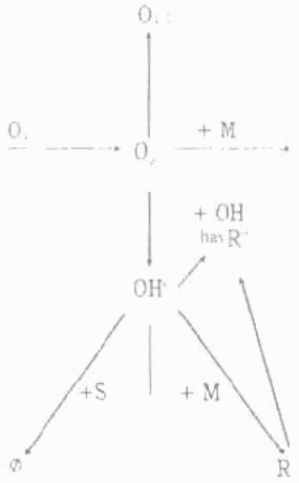
- Hoà tan vào trong nước (biến đổi từ khí → vào nước);
- Tác dụng của ôzôn hoà tan lên các chất cần phải oxy hoá.

http://tieulun.hopto.org

HOIGNE đã chứng minh rằng: Tác dụng của ôzôn trong thực tế gấp hai lần.

Ôzôn có thể phản ứng trực tiếp bằng các phân tử ôzôn. Đó là các phản ứng nói chung có tính chọn lọc cao. Ôzôn cũng có thể tác dụng bằng các loại phụ, vì gốc OH° được tạo ra bằng sự phân huỷ phân tử ôzôn trong nước. Loại OH° tác dụng với các hợp chất "scavengers" để cho các sản phẩm phản ứng không tác dụng lên ôzôn hoà tan trong nước. Loại OH° cũng có thể phản ứng với các chất hoà tan M để cho gốc R° rất dễ phân huỷ các phân tử ôzôn trong nước. Sự có mặt của OH cũng phân huỷ phân tử ôzôn. Tác động gián tiếp này ít chọn lọc, nhưng động học phản ứng thay đổi theo chất cần oxy hoá.

Do những tính chất oxy hoá, ôzôn cũng dùng để khử trùng trong nước. Tác dụng của nó nhanh và hiệu quả, nhưng không có khả năng lưu giữ.



Trong đó:
- M - Chất hoà tan;
- R° - Gốc tự do xúc tác phân ly ôzôn;
- S - Scavenger;
- ϕ - Sản phẩm không xúc tác với sự phân ly ôzôn.

Hình 121. *Sơ đồ tác động của ôzôn (theo Hoigne')*

Kết hợp với tia tử ngoại, ta có thể tạo ra gốc OH° theo phản ứng:

$$O_3 + h\nu \rightarrow O^* + O_2$$

$$O^* + H_2O \rightarrow 2OH^\circ$$

Tác dụng cùng với tia tử ngoại và ôzôn thuận lợi cho việc tạo ra tác động dạng gốc của ozôn.

12.3.2.2. Chất phản ứng lỏng

Đó chính là một số hợp chất của clo và nước chứa oxy (hay Hydro eroxit).

• *Hợp chất của clo*

Đxit clo có khả năng oxy hoá cao (bảng 49). Nó tác dụng theo phản ứng:

$$ClO_2 + 5e^- \rightarrow Cl^- + 2O^{2-}$$

http://tieulun.hopto.org

Được xản xuất tại chỗ bằng cách dùng phản ứng clorit natri với clo hoặc axít clohydric.

Đioxit clo phản ứng rất chậm với nước.

$$2ClO_2 + H_2O \rightleftharpoons ClO_2^- + ClO_3^- + 2H^+$$

Nó nhậy với phân ly quang hoá theo phương trình sau:

$$2ClO_2 + h\nu + H_2O \rightarrow ClO_3^- + Cl^- + O_2 + 2H^+$$

Tuỳ theo các điều kiện ứng dụng, đioxyt clo có thể dẫn tới phản ứng oxy hoá (dư ClO_2) hoặc phản ứng clo hoá (dư ít ClO_2). Đioxyt clo thích hợp cho oxy hoá một số sản phẩm hữu cơ, nó sử dụng chủ yếu vào giai đoạn cuối của hệ thống xử lý để khử trùng nước uống, do nó có khả năng giữ lại lâu dài.

• *Nước Javen*: sau khi hoà tan vào nước, hypoclorit natri NaOCl tự phân li thành:

$$NaOCl \rightleftharpoons ClO^- + Na^+$$

Độ pH của phản ứng sẽ chiếm ưu thế trong tác dụng oxy hoá hay diệt vi khuẩn bằng chất oxy hoá này.

Cloramin. Cloramin được tạo ra từ phản ứng của clo với amoni theo phản ứng đã nêu ở phần trước. Cloramin có khả năng khử trùng nhỏ hơn nhiều so với các chất trên, nhưng nó ổn định hơn và có tác dụng giữ lại khá lâu trong mạng phân phối nước ở nhiệt độ cao.

• *Hyalogen peroxid (oxy già H_2O_2)*

Pêrôxyt hydrô là một chất oxy hoá mạnh, nó tự phân li trong nước theo phản ứng:

$$H_2O_2 + H_2O \rightleftharpoons HO_2^- + H_3O^+ \ (1)\ pK = 11,6$$

Tuy nhiên giá thành của nó đắt và chỉ dùng trong trường hợp đặc biệt, như diệt vi khuẩn. Nó có thể dùng để khử trùng các ống dẫn nước ở các hệ thống phân phối nước siêu sạch (cho tiếp xúc nước chứa hàng trăm mg/l H_2O_2 trong vòng 1h). Tác nhân oxy hoá này có ưu điểm là không tạo ra hợp chất chứa halôgen. Đôi khi được dùng để oxy hoá hợp chất chứa lưu huỳnh gây mùi hôi trong xử lý nước thải. Nó cũng có thể kết hợp với các chất oxy hoá khác. *Với ôzon* phản ứng của ôzôn với peroxyt hydrô rất chậm. Ôzon phản ứng với ion HO_2^- ở phản ứng (1) theo phương trình sau:

$$2O_3 + H_2O_2 \rightarrow 2OH^\circ + 3O_2$$

Với việc tạo thành gốc OH°, tác dụng của chúng đã được nêu ở trên

http://tieulun.hopto.org

12.3.3. Ứng dụng

12.3.3.1. Nước sinh hoạt

• *Khử trùng nước*: Đó là mục đích đầu tiên của việc oxy hoá khi xử lý nước sinh hoạt. Các điều kiện chấp nhận như sau:

- Clo: duy trì ở tỷ lệ từ 0,5mg/l clo tự do trong thời gian tiếp xúc ít nhất là 30 phút ở độ pH nhỏ hơn 8;

- Ôzôn: duy trì tỷ lệ dư 0,4mg/l trong 4 phút;

- Dioxyt clo: duy trì ở tỷ lệ 0,2mg/l trong 15 phút.

Các điều kiện này bảo đảm tác dụng khử trùng của các chất oxy hoá. Để đảm bảo khử trùng tốt, nhất thiết phải bảo đảm độ đục nhỏ hơn 1NTU.

Ôzôn tác dụng đặc biệt đối với việc loại trừ vi rút (hiệu ứng diệt virut).

• *Các ứng dụng khác*

Bảng 11 tóm tắt những ứng dụng có khả năng của các chất oxy hoá thông dụng trong hệ thống sản xuất nước uống. Các phương thức sử dụng trực tiếp các chất oxy hoá chính như sau:

- Ôzôn có ưu điểm là sử dụng ở tất cả mọi điểm của hệ thống xử lý. Tuy nhiên không có hiệu ứng tồn dư. Do vậy nó không cản được sự phát triển của tảo trong các bể lắng và ở các thiết bị lọc hơ. Nó không bảo đảm hiệu ứng tồn dư trong mạng ống phân phối;

- Clo cho phép bảo tồn một tỷ lệ chất oxy hoá trong khi sử dụng: tác dụng diệt vi khuẩn khá lớn. Khi clo được đưa vào đầu hệ thống xử lý với tỷ lệ cao hơn điểm tới hạn (hình 119), thì nó cho phép loại bỏ amoni. Ngược lại, nó tạo ra hợp chất hữu cơ chứa clo mà cần tránh trong tất cả các trường hợp. Do vậy cần châm clorua vào nước ở phía sau như có thể trong dây chuyền xử lý nước.

Bảng 41. Sử dụng chất oxy hoá trong hệ thống xử lý

	Không khí	Cl_2	O_3	ClO_2	Cloamin
Oxy hoá trước	+	(+)	++	(–)	0
Oxy hoá trung gian	+	+	++	(+)	–
Oxy hoá kết thúc	0	+	+	+	–
Khử trùng	0	+	++	+	–
Hiệu ứng tồn dư	0	+	0	+	+

Ghi chú ++: Sử dụng có bảo đảm; +: Có thể sử dụng; (+): Có thể sử dụng với dự trữ; –: Sử dụng không đảm bảo; 0: Không tác dụng hoặc không có hiệu quả thích đáng

http://tieulun.hopto.org

- Điôxyt clo cũng là một chất kìm vi khuẩn đặc biệt. Được châm vào cuối hệ thống xử lý với tỷ lệ giới hạn là 0,4-0,6mg/l, nếu không thì bị xuất hiện mùi khó chịu gây bởi ion clorit xuất hiện sau phản ứng oxy hoá khử của điôxyt với các chất hữu cơ. Ta có phản ứng:

$$MO \text{ của nước} + ClO_2 \rightarrow MO \text{ ôxy hoá} + ClO_2^- + Cl^-$$

Khi điôxyt được châm vào đầu hệ thống, làm xuất hiện một lượng lớn ClO_2 mà nó không thể tồn tại trong nước đã xử lý. Nó được loại bỏ bằng ôzôn hoá (nhưng có tạo ra ion clorat ClO_3^-) hoặc lọc bằng than hoạt tính (nhưng làm giảm tuổi thọ của than hoạt tính. Amoni không bị loại bởi điôxyt clo. Bảng 42 cho một vài tham số về hiệu quả tương đối của các chất ôxy hoá.

Bảng 42. Hiệu quả của các chất oxy hoá

Các phần tử	Tác nhân oxy hoá				
	Không khí	Cl_2	ClO_2	O_3	$KMnO_4$
Sắt	+ +	+ +	+ +	+ + +	+
Mangan	0	+	+ +	+ + +	+ + +
Chất màu	0	+	+	++	0
Mùi vị	+	±	+	+ + +	0
Amoni	0	+	0	0	0
Chất hữu cơ	0	+	+	+	0
Chất khử	0	+ +	+ +	+ +	+
Chất phân huỷ sinh học	0	-	-	+ +	0
Khử trùng	0	+ +	+ +	+ +	(+)

12.3.3.2. Nước thải đô thị

Ngoài phần cung cấp oxy với mục đích bảo đảm việc oxy hoá và đông hoá bằng phương pháp vi sinh của chất hữu cơ và amoni, các hoá chất oxy hoá chỉ dùng trong trường hợp khử trùng. Trong khi việc khử trùng của nước sinh hoạt nhằm mục đích loại bỏ toàn bộ mầm gây bệnh (được xác định theo chất chỉ thị mầm nhiễm bẩn phân), thì khử trùng từng phần có mục đích giảm nồng độ mầm gây bệnh, được điều khiển bằng cách giảm mầm theo chất chỉ thị màu nhiễm bẩn phân. Độ giảm cần tìm thường tương ứng với một lượng giảm từ 2 đến 3 đơn vị logarit. Liều lượng sử dụng rõ ràng tuỳ thuộc vào chất lượng của nước thải. Đặc biệt quan tâm đến việc loại bỏ tốt nhất huyền phù trước khi khử trùng (lọc lần thứ ba).

http://tieulun.hopto.org

12.3.3.3 Nước thải và nước cấp công nghiệp

• *Sử dụng chất phản ứng oxy hoá*

- Nước xianua của mạ điện hoặc làm sạch khí;

- Nước ngưng tụ chứa hyđrazin: oxy hoá bằng nước H_2O_2 xúc tác trên nhựa trao đổi đặc biệt;

- Bể nitrit trong mạ điện: oxy hóa bằng $H_2O_2 + Cu^{++}$ (chất phản ứng fenton NaClO hay H_2SO_5);

- Dung dịch thiosunfat oxy hoá được bằng H_2O_2.

• *Dùng không khí hay oxy*

- Xút đã sử dụng giàu S^{2-} ;

- Nước tây gỉ chứa nhiều Fe^{2+};

- Nước ngâm chiết uran U^{4+}.

Phần lớn các phản ứng này xuất hiện bước nhảy thế năng tương đối cao và tính động học hơi nhanh để cho phép điều hoà, trừ trường hợp của thiosunfat. Nếu cùng có mặt các chất khử khác ít nguy hiểm hơn, thì ta phải chấp nhận một sự kiểm tra hiệu nghiệm, nó giới hạn sự tiêu thụ quá mức chất oxy hoá đắt tiền (trường hợp nước chứa xyanua làm sạch khí).

Sử dụng không khí và oxy trong thiết bị gọi là "Oxidizo", cần phải có nhiệt độ và áp suất cao để đảm bảo đủ động năng và hiệu quả.

• *Dùng ôzôn*

- Chất thải chứa CN hay phênon có nồng độ nhỏ;

- Chất thải của xí nghiệp Méthiomin, hay chứa hợp chất khó phân huỷ;

• *Ví dụ oxy hoá. Xử lý xianua*

Oxy hoá xyanua trong môi trường kiềm, theo lí thuyết gồm hai giai đoạn kế tiếp nhau: ở trạng thái xianat có tính độc hại bằng 0, sau đó là trạng thái nitơ và bicacbonat. Chất oxy hoá mạnh được sử dụng là hypoclorit natri, Cl, axít permonosulphuric axít.

Thực tế chỉ có giai đoạn đầu được sử dụng vì lí do kinh tế.

Giai đoạn thứ nhất (xianat)

Phản ứng tổng quát:

- Với hypoclorit natri: $NaCN + NaClO \rightarrow NaCNO + NaCl$

- Với khí clo: $NaCN + Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaCNO + 2NaCl + H_2O$

http://tieulun.hopto.org

- Với axít caro: $NaCN + H_2SO_5 \rightarrow NaCNO + H_2SO_4$

Hai phản ứng đầu thực tế xảy ra tức thời với độ pH lớn hơn 12, nhưng tốc độ phản ứng giảm rất nhanh khi độ pH giảm (ngưỡng tới hạn: pH 10,5). Dù cho độ pH như thế nào, một hợp chất trung gian được tạo thành là cloxiano CNCl, cũng nguy hiểm như axít xianhyđric:

$$NaCN + NaClO + H_2O \rightarrow CNCl + 2NaOH$$

Nhưng độ pH bằng 10,5, clorua xiano bị thuỷ phân ngay từ lúc hình thành theo phản ứng:

$$CNCl + 2NaOH \rightarrow NaCl + NaCNO + H_2O.$$

Với axít caro, ta nhận thấy một tốc độ phản ứng đủ lớn khi pH lớn hơn 9,5.

Giai đoạn thứ hai (nitơ)

Việc chuyển xianat thành nitơ thực hiện theo phản ứng:

$$2NaCNO + 3Cl_2 + 6NaOH \rightarrow 2NaHCO_3 + N_2 + 6NaCl + 2H_2O$$

Nó cũng thực hiện ở cùng độ pH bằng 12, nhưng yêu cầu phải sử dụng khối lượng chất phản ứng gấp 3 hay 4 lần với thời gian phản ứng vào khoảng 1 giờ, không có khả năng điều chỉnh thế năng.

Bảng 43 cho biết số lượng chất phản ứng cần thiết để oxy hoá đến giai đoạn xianat cho một gam CN^- có trong nước thải ở độ pH tối ưu.

Bảng 43. Oxy hoá xianua tự do

Chất phản ứng	Tỷ lượng cho 1g CN	Thực hiện ở quy mô công nghiệp cho 1g CN
NaClO (ml) (1)	18,2	21 (3)
H_2SO_5 (ml) (2)	22	24 (3)
NaOH (g)	3,1	3,5 (3)

Ghi chú: 1. NaClO, dung dịch thương phẩm từ 47 đến 50 độ phân định clo, hay 150g/l clo hoạt tính; 2. H_2SO_5, dung dịch thương phẩm ở 200g/l; 3. Lượng định mức vượt quá của nồng độ xianua < 100mg/l.

12.4. Khử bằng hoá học

Các ví dụ thường hay dùng nhất là khử oxy, crôm hoá trị 6 cũng như phá huỷ các chất oxy hoá còn dư lại sau khử trùng. Cũng cần phải kể đến việc khử nitrit trong xử lý bề mặt (axít sunfamic hay $NaHSO_3$).

http://tieulun.hopto.org

12.4.1. Khử oxy bằng hoá học.

Người ta dùng sunfit natri hay bisunfit amoni tuy chúng khá đắt tiền và được sử dụng một cách đơn giản và có hiệu ứng đệm rộng. Các phản ứng như sau:

• *Với sunfit natri:*

$$O_2 + 2Na_2SO_3 \rightarrow 2\ Na_2SO_4$$

Cần phải có 16g $Na_2SO_3.7H_2O$/mg oxy

• *Với bisunfit amoni:*

$$1/2O_2 + NH_4HSO_3 \rightarrow HNH_4SO_4$$

Cần 6,2mg bisunfit amoni cho 1mg oxy.

Ba ứng dụng thường dùng: xử lý nồi hơi, điều hoà hợp chuẩn hệ thống làm lạnh khép kín và điều hoà hợp cách nước cho thu hồi lần 2.

12.4.2. Khử crom hoa trị 6

Khử crôm hoá trị 6 thành crôm hoá trị 3 ít độc hơn và kết tủa dưới dạng hydrôxit thực hiện trong mọi trường axít với tác dụng của bisunfit natri hay sunfat sắt II

• *Với bisunfit natri:*

$$H_2Cr_2O_7 + 3NaHSO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3NaHSO_4 + 4H_2O$$

• *Với sunfat sắt II*

$$H_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 7H_2O$$

Phản ứng đầu xảy ra tức thời ở pH nhỏ hơn 2,5, và tốc độ phản ứng giảm nhanh khi pH tăng (ngưỡng tới hạn pH 3,5).

Tác dụng khử ion sắt II ít hạn chế hơn và có thể thực hiện ở pH nhỏ hơn 6 có điều chỉnh. Nó ít được sử dụng vì sinh ra nhiều bùn hydrôxit ở giai đoạn trung hoà kết thúc. Bảng 44 cho biết lượng chất phản ứng cần thiết cho việc khử 1gam Cr^{VI}

12.4.3. Khử clo dư trong việc khử trùng của nước

Việc khử cần thực hiện ở đầu cuối của ống dẫn vận chuyển nước trên một khoảng cách dài, hoặc trong trường hợp xả nước thải vào vùng nhạy cảm ERU đã nhiễm clo. Tác nhân thường dùng nhất là $NaHSO_3$ và SO_2 phản ứng theo phương trình sau:

$$SO_2 + HOCl + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCl$$

$$NaHSO_3 + HOCl \rightarrow H_2SO_4 + NaCl$$

http://tieulun.hopto.org

Bảng 44. Xử lý crôm hoá trị 6

Chất phản ứng	Tỷ lượng cho 1g $Cr_{(VI)}$	Thực hiện ở quy mô công nghiệp cho 1g $Cr_{(VI)}$
$NaHSO_3$ ml (1)	5,7	6,5 (2)
H_2SO_4 (g)	0,95	1
$FeSO_4.7H_2O$ (g)	16	20 (2)
H_2SO_4 (g)	1,90	2

Ghi chú 1. $NaHSO_3$ dng dịch thương phẩm ở 530 g/l; 2. Lượng dư dung dịch cho xử lí nước xúc rửa.

13. TRUNG HOÀ-KHOÁNG HOÁ

Xử lí đúng độ pH, thường được chỉ rõ bằng từ trung hoà nghĩa là đưa độ pH của nước về một giá trị nhất định. Chúng có liên quan đến các lĩnh vực áp dụng sau:

- Trung hoà các loại nước thải khác nhau để có pH gần trung tính trước khi thải ra môi trường tự nhiên: Nước thải công nghiệp có tính axit hay kiềm, nước axit thấm ra từ các mỏ...v...v...

- Hiệu chỉnh độ pH trước giai đoạn xử lý bằng sinh học hay hoá lý (ví dụ điều chỉnh pH kết bông).

- Hiệu chỉnh cân bằng canxi cacbonic để bảo vệ ống dẫn chống ăn mòn hoặc đóng cáu bẩn. Vấn đề này được phát triển đặc biệt và nó tạo nên một bước quan trọng của xử lí nước uống và công nghiệp.

Thực vậy, bicacbonat canxi đã đủ oxy và khi cân bằng canxi-cacbonic có khả năng tạo ra một lớp màng bảo vệ tự nhiên, còn gọi là lớp màng tilman. Các điều kiện môi trường tạo ra lớp này có liên quan đến tất cả hay một phần của quy trình xử lí hiệu chỉnh như sau:

- Sục khí;

- Trung hoà axít cacbonic cho đến khi nhận được độ pH cân bằng đối với nước xâm thực , hay ngược lại axít hoá nước tạo ra màng cáu cặn;

- Sự tiếp xúc với vật có chứa cacbonat canxi của nước thiếu bicacbnat canxi.

Khi không có điều kiện tạo ra màng bảo vệ cácbonat, việc bảo vệ mạng phân phối nước có thể đảm bảo bằng:

http://tieulun.hopto.org

- Chống ăn mòn bằng xử lý tạo màng phủ bề mặt, trên cơ sở dùng chất ức chế ăn mòn;

- Chống đóng cáu bẩn, đặc biệt do các loại muối khoáng khác cacbonat canxi, tạo ra bằng cách xử lý hoá học nước (tạo ra các hợp chất hoà tan), ngoài các kỹ thuật kết tủa, trao đổi ion hay khử muối khoáng.

13.1. Cân bằng Canxi-cacbonic

Nước tự nhiên thực tế không sạch và chứa các nguyên tố hoá học hoà tan khác nhau, thường nhiều nhất là bicacbonic canxi (hay cacbonat hydrô). Cân bằng thực tế các muối này với đioxyt cac bon được chi phối theo luật tương đối phức tạp và sự chuyển dịch của nó có thể tạo ra các phản ứng hoá học hoà tan cácbonat canxi (hay tính xâm thực) hay kết tủa cácbonat canxi (đóng cáu cặn). Chúng có thể xếp chồng lên các phản ứng ăn mòn điện hoá đơn giản, đặc biệt đối với kim loại.

13.1.1. Nghiên cứu tổng quát về cân bằng. Khái niệm tính xâm thực và ăn mòn

Tất cả các nghiên cứu cân bằng canxi cacbonic dựa trên quan hệ sau đây:

- Cân bằng điện tích dương P và âm N:

$$\underbrace{\left[H^+ + 2Ca^{2+} + 2Mg^{2+} + Na^+ + K^+ + \ldots\right]}_{P} = \underbrace{\left[OH^- + HCO_3^- + 2CO_3^{2-} + Cl^- + NO_3^- + 2SO_4^{2-} + \ldots\right]}_{N}$$

- Phân ly của nước:

$$(H^+)\,(OH^-) = pK'_e = pK_e - \varepsilon \qquad (2)$$

- Cân bằng nước và H_2CO_3:

$$(H^+)\,(HCO_3^-) = K'_1(H_2CO_3) \text{ với } pK'_1 = pK_1 - \varepsilon \qquad (3)$$

$$(H^+)(CO_3^{2-}) = K'_2(HCO_3^-) \text{ với } pK'_2 = pK_2 - 2\varepsilon \qquad (4)$$

- Độ hoà tan của sản phẩm $CaCO_3$:

$$(Ca^{2+})\,(CO_3^{2-}) = K'_s \text{ với } pK'_s = pK_s - 4\varepsilon \qquad (5)$$

Các ion H^+; OH^-; HCO_3^-; CO_3^{2-}; Ca^{2+} và axít cacbonic là các tham số cơ bản của cân bằng canxi-cacbonic. Các ion N và P giữ vai trò chủ yếu đối với

http://tieulun.hopto.org

lực ion của dung dịch, chúng là các tham số phụ để cân bằng và được xác định bởi Legrand và Poirier như là các phần tử đặc trưng. Nhiệt độ cũng là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến giá trị của hằng số hoà tan.

Số hạng ε phụ thuộc vào lực ion μ của dung dịch theo phương trình:

$$\varepsilon = \frac{\mu}{1 + 1{,}4\sqrt{\mu}}$$

Người ta xác định được lực ion theo quan hệ:

$$\mu = \frac{1}{2}\sum C_i z_i^2$$

C_i, z_i là nồng độ mol cho 1kg và hoá trị của các ion khác nhau có trong dung dịch.

Từ các phương trình trên, độ pH cân bằng bão hoà pHs có thể tính được bằng cách thay thế vào phương trình (4). Giá trị cân bằng của CO_3^{-2} tính theo công thức (5):

$$(H^+) = \frac{K_2'}{K_s'}(HCO_3^-)\,(Ca^{2+}).$$

Hoặc $$pH_S = pK'_2 - pK'_S - \log(Ca^{2+}) - \log(HCO_3^-) \quad (6)$$

Cần phải có độ pH = pH_S để nước không đóng cặn cacbonát canxi, và cũng không xâm thực thành bình chứa, bể dự trữ hoặc mạng ống dẫn nước. Nồng độ CO_2 tương ứng chính xác với pH_S gọi là CO_2 cân bằng.

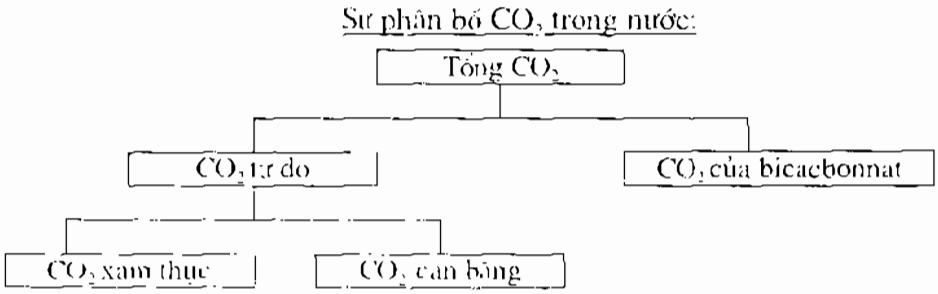
Độ pH_S tương ứng với pH cân bằng của nước được xem như hàm lượng cacbonat và canxi như nhau, nghĩa là độ pH cân bằng đạt được do thêm vào hay bớt đi khí cacbonic.

Nếu độ pH nhỏ hơn pH_S, nước có xu hướng hoà tan đá vôi và ăn mòn ximăng, bêton. Cũng không có khả năng tạo ra lớp bảo vệ cácbonat trên các thành ống dẫn kim loại do sự hoà tan lại của $CaCO_3$ dần dần. Nước như vậy gọi là nước xâm thực. Giá trị pH quá thấp gây nên dư thừa khí cacbonic mà ta gọi là CO_2 xâm thực. Hàm lượng tổng CO_2 hoà tan trong trường hợp +CO_2 xâm thực, đó chính là lượng CO_2 dư mà ta cần phải loại bỏ hoặc biến đổi trong quá trình xử lý gọi là xử lý ổn định nước.

Nếu độ pH lớn hơn pH_S, nước có xu hướng kết tủa thành đá vôi khi tiếp xúc với mầm $CaCO_3$ và nó được gọi là phủ màng cáu cặn. Trong trương hợp này, hàm lượng CO_2 tự do nhỏ hơn giá trị lý thuyết CO_2 cân bằng. Người ta chống lại sự đóng cặn bằng cách hạ thấp độ pH để đưa trở về gía trị cân

http://tieulun.hopto.org

bằng, hoặc thực hiện xử lý làm mềm nước hay khử cacbonat. Việc điều chỉnh độ pH cân bằng là một điều kiện cần nhưng chưa đủ để tránh ăn mòn trong một số trường hợp.



13.1.2. Phương pháp tính độ xâm thực bằng đồ thị

Trong thực tế điều quan tâm nghiên cứu là sự tiến triển của 6 phân tử H^+; OH^-; CO_3^{2-}; HCO_3^-; Ca^{2+}; H_2CO_3 và biểu diễn sự tiến triển này trên đồ thị. Ta dùng hai nguyên tố cơ bản nào đó như các toạ độ và ta chọn độ thị cho phép xây dựng một cách đơn giản các đường cong biểu diễn các phân tử canxi cacbonic khác nhau chứa trong nước từ phương trình cân bằng cơ bản. Có một số đồ thị trong đó ta có thể kể ra những đồ thị dễ dùng nhất.

13.1.2.1. Phương pháp Langelier

Từ phương trình tổng quát (6) để tính pH_s, Langlier đã lập một đồ thị để tính bằng cách phối hợp các thông số độ kiềm và canxi tính bằng mg/l $CaCO_3$, độ muối toàn phần thông qua lực ion biểu hiện sự ảnh hưởng đến hệ số hoà tan biểu kiến của cân bằng và nhiệt độ.

Đo pH_s được tính từ đồ thị hình (122) theo quan hệ:

$$pH_s = C + pCa + pAlc \text{ với } C = pK'_2 - pK'_s$$

Langelier cũng lập chỉ số bão hoà Is là sự sai khác giữa pH đo được của nước quan sát và pH_s của nó.

$$Is = pH - pH_s$$

Khi $pH < pH_s$, Is có giá trị âm, nước có tính ăn mòn.

Khi $pH > pH_s$, Is dương, nước phủ màng cáu cặn. Biểu đồ này đúng với độ muối tới 3g/l và nhiệt độ bất kỳ, nhưng không cho phép tính được liều lượng chất phản ứng để trung hoà. Đối với nước lợ và nhất là nước biển, ta sử dụng sự hiệu chỉnh theo đề nghị của Stiff và Davis trong tính toán pH_s (hình 123)

$$pH_s = K + pCa + pAlc \text{ với } K = pK'_2 - pK'_s$$

http://tieulun.hopto.org

13.1.2.2 Phương pháp Hallopeau và Dubin

Các tác giả trên đã thành lập một biểu đồ cho biết đặc tính định lượng của độ xâm thực đá vôi của nước, tính toán số lượng chất phản ứng trung hoà thể hiện ở độ pH cân bằng phụ thuộc vào loga của độ kiềm (đo bằng TAC và tính bằng mol/l) và độ cứng của canxi (mol/l).

$$pHs = \log K'_2 - \log K'_c - \log(Alc) - \log(Ca^{2+}) + \log p.$$

Trong đó: $p \approx 1 + 2K'_2/[H^+]$.

Trong đồ thị (hình 124), CO_2 tự do và pH cân bằng được biểu diễn bằng hai họ đường thẳng song song. Biết độ pH và độ kiềm của nước, ta có thể xác định CO_2 tự do. Đồ thị này có hai đường cong đậm chỉ độ khử bằng vật lý khí CO_2 và đường cong trung hoà bằng vôi và đá vôi.

Hình 124bis cho ví dụ của một loại nước ở điểm M, xác định bởi các toạ độ (TAC, pH) nằm: ở vùng xâm thực (ăn mòn), để cân bằng có thể bằng 3 cách:

- *Thứ nhất*: cho khí CO_2 thoát ra ngoài bằng sục khí. TAC và canxi bị giữ lại không thay đổi, pH cân bằng tương ứng với pH_s của nước ban đầu;

- *Thứ hai*: trung hoà bằng một bazơ (xút hoặc vôi): làm tăng TAC và nếu ta sử dụng vôi canxi sẽ tăng với cùng một tỷ lệ;

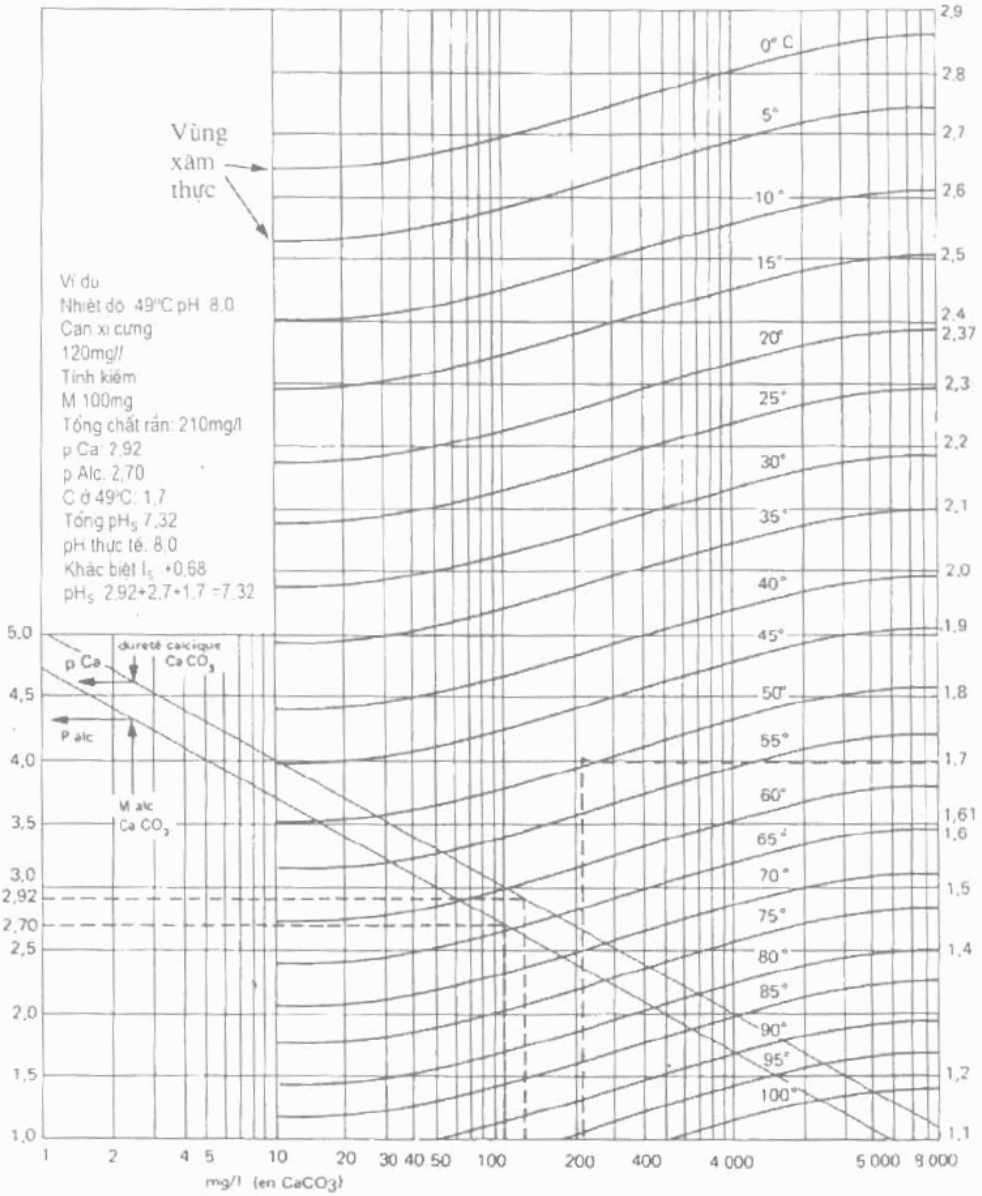
- *Thứ ba*: trung hoà bằng cacbonát kiềm (Na_2CO_3) hoặc kiềm thổ ($CaCO_3$). TAC và canxi (trong trường hợp dùng $CaCO_3$) có thể tăng gấp hai lần so với trường hợp trên.

Ta có thể khẳng định rằng: một mặt, độ pH cân bằng có giá trị khác nhau trong 3 trường hợp trên, mặt khác nó càng nhỏ khi TAC cuối cùng càng cao.

Trong trường hợp thứ hai và ba, sự khác nhau giữa TAC cuối và TAC đầu cho phép xác định số lượng chất phản ứng kiềm đưa vào sau khi tính toán sự dịch chuyển cân bằng liên quan tới sự thay đổi tỷ số độ kiềm/canxi trong quá trình trung hoà. Mặc dù đã đưa ra khái niệm về độ cứng canxi và toàn phần, nhưng phương pháp này không xem xét tới độ muối toàn phần và độ kiềm khi tính toán và chỉ đúng cho trường hợp nước chứa khoáng chất yếu và trung bình.

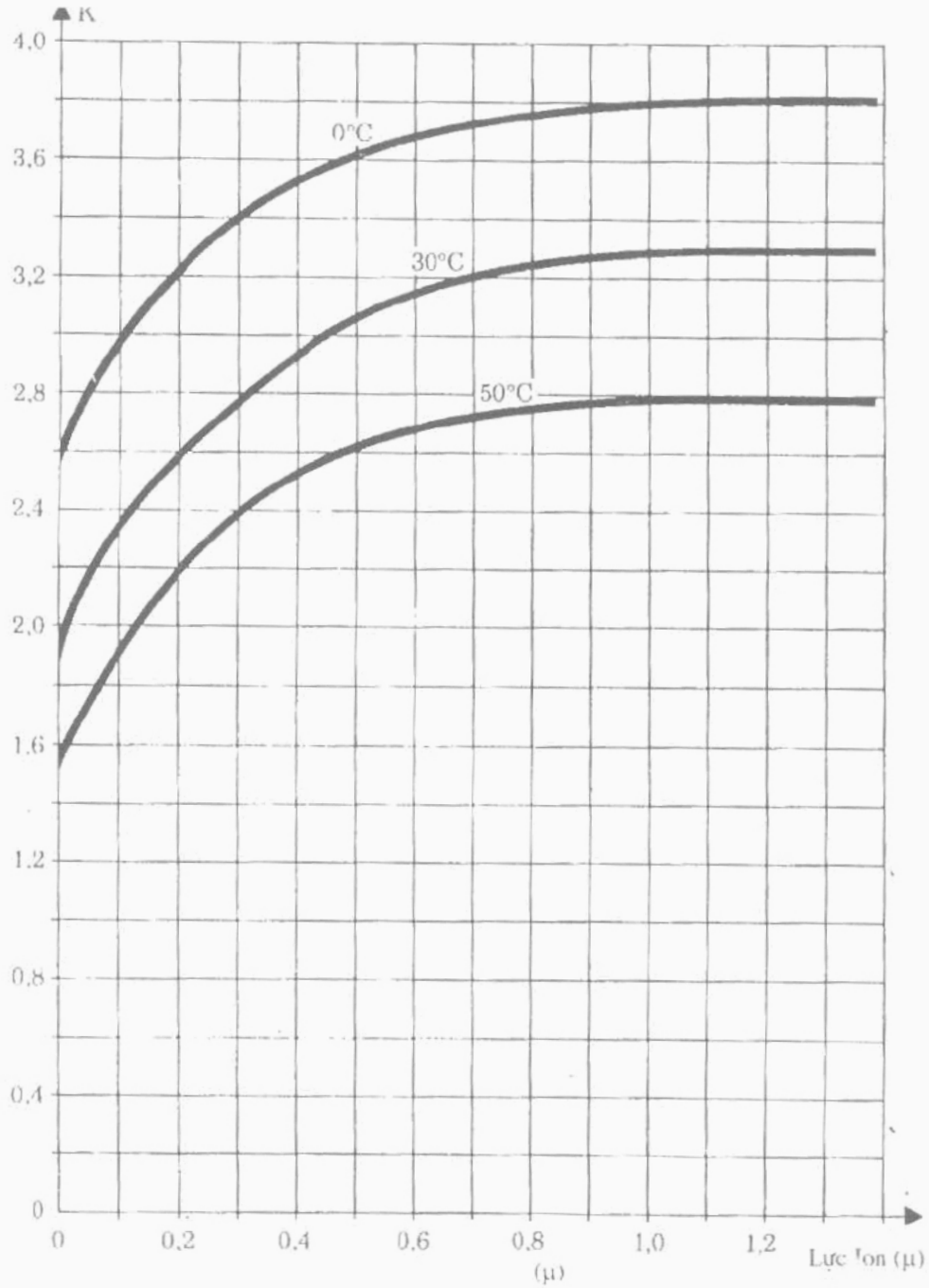
http://tieulun.hopto.org

CHỈ SỐ BÃO HOÀ LANGELIER



Hình 122. *Biểu đồ Langelier*

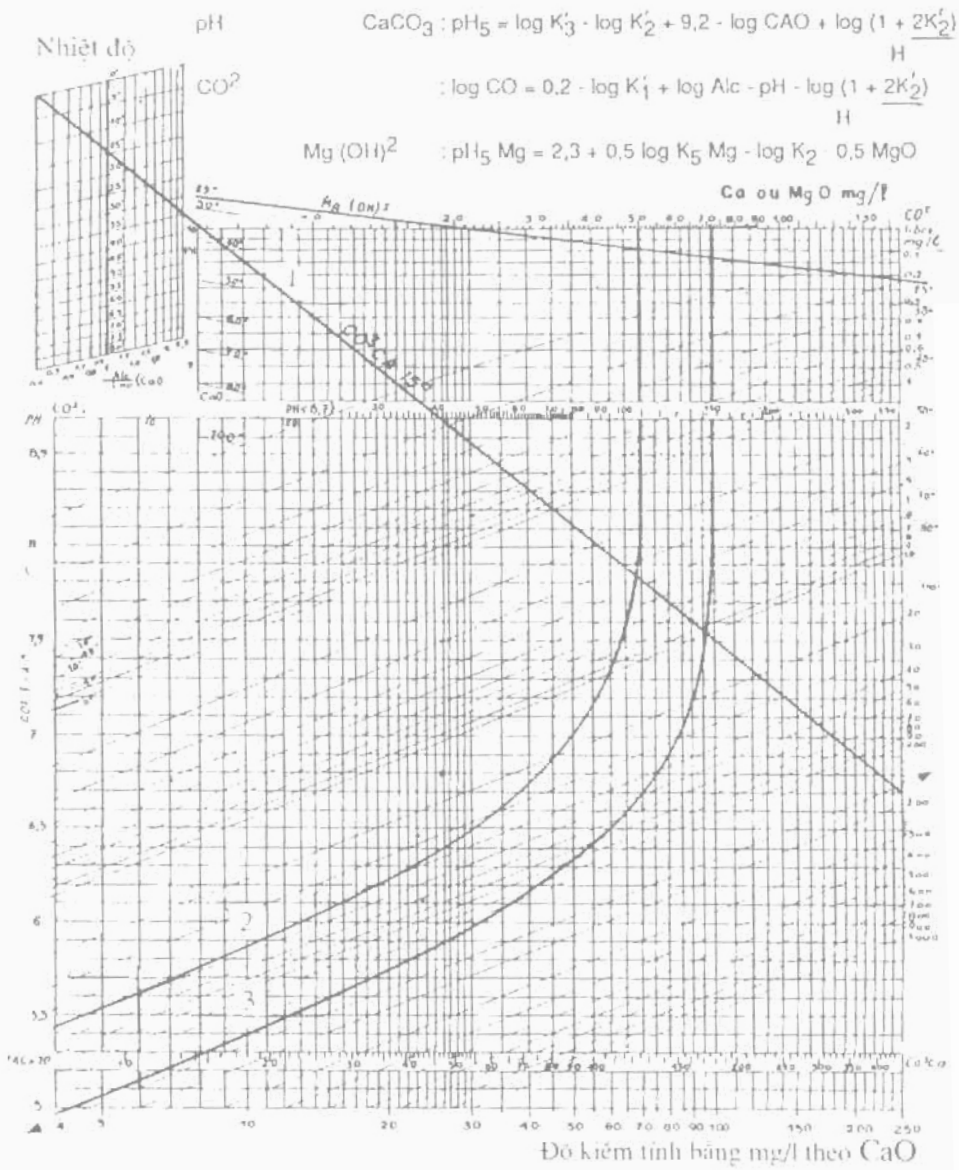
http://tieulun.hopto.org



Hình 123. *Giá trị hệ số K theo nhiệt độ phụ thuộc vào lực ion*

http://tieulun.hopto.org

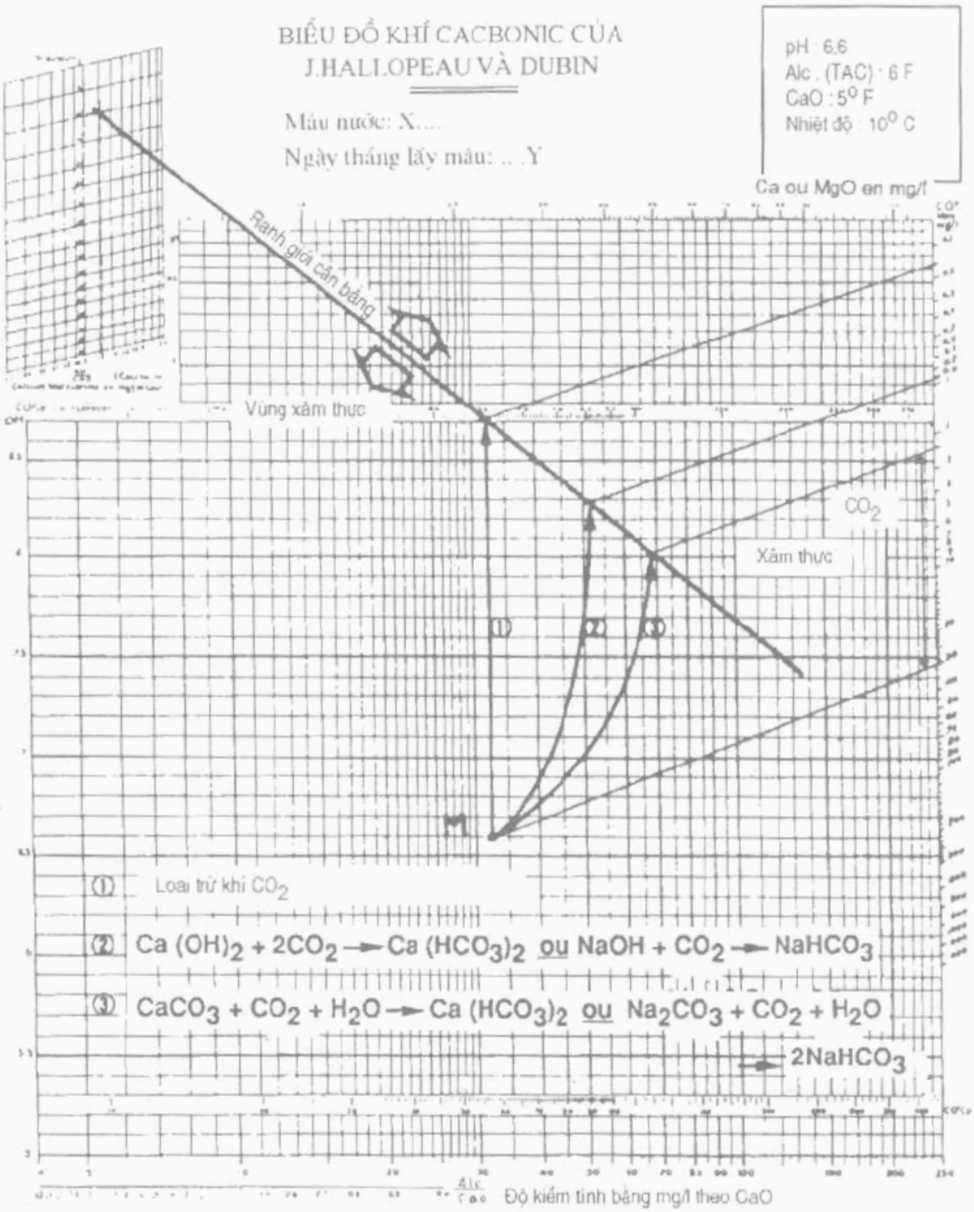
BIỂU ĐỒ KHÍ CACBONIC CỦA J. HALLOPEAU VÀ DUBIN



Hình 124. Biểu đồ khí cacbonic.

1. Đường bão hoà $CaCO_3$ 15°; 2. Trung hoà bằng vôi sống.
3. Trung hoà bằng vôi tôi

http://tieulun.hopto.org

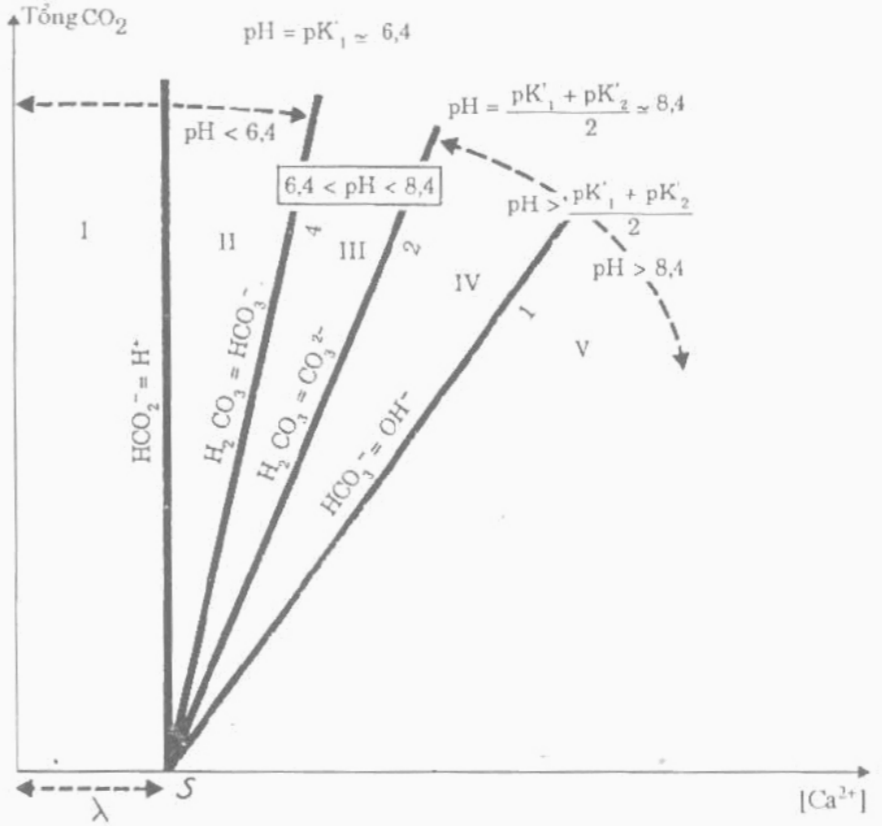


Hình 124 b. Biểu đồ khí cacbonic.

http://tieulun.hopto.org

13.1.2.3. Phương pháp Legrand và Poirier

Các tác giả này đã biểu diễn nồng độ Ca^{2+} trên trục hoành và tổng CO_2 trên trục tung, (hình 125). Chúng giải thích sự lựa chọn ích lợi của việc suy diễn lần lượt các giá trị: các tỷ lệ số học (theo nguyên tắc tính bằng milimol/l), điều đó ngăn cản các gốc bị dịch chuyển đến giá trị không xác định được. Nồng độ của tất cả các phần tử cơ bản đều xuất hiện ở đây một cách tức thời. Sự dịch chuyển của điểm đặc trưng của nước luôn luôn thực hiện theo các đường thẳng hoặc đường cong cân bằng. Cuối cùng, quá trình xử lý được thể hiện trên đồ thị này hoặc bằng sự dịch chuyển đường cong cân bằng hoặc bằng cả dịch chuyển điểm đặc trưng và đường cong cân bằng.



Hình 125. *Giới hạn các vùng khác nhau của mặt phẳng tọa độ (Ví dụ cho nước ở 20 °C)*

Đặt (N-P)/ 2 = λ , quan hệ trung hoà điện (1) trở thành:

$$(HCO_3^-) = 2\,[(Ca^{2+}) - \lambda] - 2\,(CO_3^{2-}) - (OH) + (H^+);$$

Thêm vào hai vế biểu thức (H_2CO_3) + CO_3^{2-}) ta được:

http://tieulun.hopto.org

$$\text{Tổng } CO_2 = 2\,[(Ca^{2+}) - \lambda] + (H_2CO_3) - (CO_3^{2-}) - (OH) + (H^+).$$

Với trục tọa độ đã được biểu diễn ở trên, ta nhận được một đồ thị mà mặt phẳng tọa độ được chia thành các vùng giới hạn bởi các trường hợp đặc biệt (tương ứng với họ đường cong pH = hằng số, đó là họ đường thẳng cùng xuất pháp từ điểm S có hoành độ bằng λ). Hình 125 chỉ cho biết các vùng này như thế nào, ta thấy thực tế hầu như toàn bộ nước tự nhiên (trước hoặc sau xử lý) nằm ở vùng III, nghĩa là giữa đường thẳng có độ dốc 4 (tương ứng với $pH=pK'_1=6,4$ ở 20°C) và đường thẳng có độ dốc 2 tương ứng với: $pH=(pK'_1 + pK'_2)/2$ bằng khoảng 8,4 ở 20°C.

Đường cong vẽ tất cả các loại nước cân bằng canxi-cacbonic đối với các giá trị đã cho của nhiệt độ và tham số λ trình bày trên hình 126. Ngoài ra, đường cong này cho ví dụ về điểm đặc trưng M của nước đã cho, giả sử có tính xâm thực với vị trí của nó so với đường cong cân bằng và các chỉ dẫn có thể rút ra từ đặc tính của nước (đặc biệt, tỷ lệ CO_2 xâm thực trong hàm lượng tổng tính bằng CO_2 tự do).

Sử dụng đồ thị cho phép dự kiến sự chuyển biến của hệ thống trong tất cả các trường hợp, có hoặc không có sự thay đổi trên đường cong cân bằng (với số lượng liều lượng chất phản ứng nếu cần).

Phương pháp Legrand và Poirier là phương pháp duy nhất để nhận được kết quả nghiêm chỉnh, nhưng nó kéo theo phép tính dài. Tuy vậy ứng dụng rất đơn giản và tổng quát bằng cách dùng máy vi tính.

13.2. Làm cân bằng Calco - Cacbonic

Trước hết cần nhớ rằng: đôi khi có thể điều chỉnh độ pH bằng phương pháp vật lý như trao đổi lỏng - khí. Đặc biệt phương pháp khử khí cacbonic bằng sục khí được mô tả ở Chương 14. Ở đây ta chỉ xem xét trường hợp thực hiện bằng phản ứng hoá học trong nước cần xử lý.

13.2.1. Các chất phản ứng

13.2.1.1. Trung hoà bằng chất kiềm hay kiềm thổ

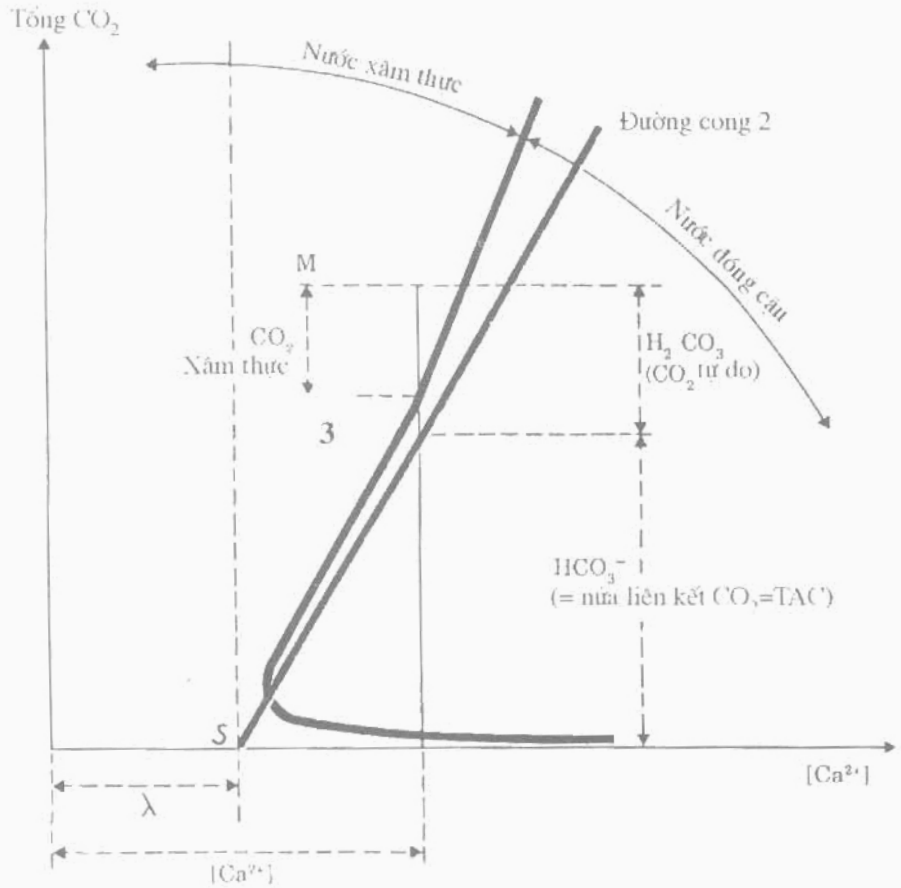
Trong trường hợp nước cung cấp cho con người, chất phản ứng thường dùng nhất là xút, vôi hay cácbonat natri. Phản ứng trung hoà CO_2 xâm thực như sau:

$$2CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$$CO_2 + NaOH \rightarrow NaHCO_3$$

$$CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2NaHCO_3$$

http://tieulun.hopto.org



Hình 126. *Điểm M và đường cong cân bằng.*

Chính các sản phẩm này được dùng để xử lý nước công nghiệp, mặt khác nó cũng dùng các chất phản ứng khác:

- Litin trong công nhiệp nguyên tử;

- Các amin trung hoà (amoni, xyclohexynamin, êtanonamin, mocpholin...) trong nước cấp cho nồi hơi, khi có ngưng tụ hơn, chúng kết hợp với axít cabonic hoà tan để tạo thành một bicacbonat amin, hệ số phân chia CO_2 giữa các pha hơi và nước, cũng như liều lượng có thể nhỏ hơn số lượng đã tính từ CO_2 thực tế giải phóng ra trong nồi hơi. Ở áp suất thấp và trung bình, liều lượng cỡ 1g/g CO_2 được giải phóng. Ở áp suất cao, sau khi đã loại bỏ khí bằng nhiệt, liều lượng này vào khoảng 1g/m^3 nước;

- Cacbonat canxi bột để trung hoà nước thải công nghiệp. Với axít cacbonic, các chất phản ứng sinh ra bicacbonat với axít mạnh từ một số chất thải công nghiệp ta nhận được muối trung hoà. Do giá thành thấp nên vôi là chất phản ứng thường dùng nhất. Khi dùng vôi để điều chỉnh độ pH ở khâu

http://tieulun.hopto.org

xử lý cuối cùng nước uống, cần phải dùng một thiết bị bão hoà vôi, giữ lại các tạp chất (phần chưa nung chín) cho nước vôi trong vắt. Xi vôi luôn làm cho nước đục mà độ lớn của nó phụ thuộc vào độ tinh khiết của thương phẩm và liều lượng vôi cần thiết.

Tất cả các xử lý trung hoà phải được kiểm tra cẩn thận. Thông thường ta muốn điều khiển liều lượng chất phản ứng theo pH của nước đã xử lý. Hiệu quả xử lý cũng phụ thuộc vào chất lượng của hỗn hợp sản phẩm trung hoà với nước cần xử lý. Vậy nó phải được trộn đều trong buồng phản ứng có máy khuấy.

Trung hoà trong trạm xử lý nước uống thực hiện ở

- Khâu xử lý kết thúc hoặc từng phần ở đầu hệ thống xử lý (điều chỉnh độ pH kết bông) và toàn bộ ở khâu cuối cùng;

- Hoặc hiếm hơn, xử lý toàn bộ ở đầu vào của nhà máy (đặc biệt trong một số trường hợp khử sắt và mangan).

13.2.1.2. Axít hoá

Các áp dụng chính của kỹ thuật này là xử lý nước có khả năng phủ màng can cấu, vacxin hoá hệ thống công nghiệp, xử lý sơ bộ trước khi, khử muối, trung hoà các chất thải kiềm và điều chỉnh đô pH sau khi làm mềm nước bằng vôi. Khi sử dụng khí CO_2, các thiết bị gồm: thùng hoặc bình chứa khí CO_2, đo lưu lượng khí, tháp hoà tan khí. Trong các trường hợp dùng axít sunfuric, đôi khi axit clohydric dung dịch được châm vào nước bằng bơm định lượng.

13.2.1.3. Tự trung hoà lẫn nhau

Trong một số trường hợp đặc biệt, ta có thể không cần dùng chất phản ứng hoá học bằng cách cho tác dụng lẫn nhau hai hoặc nhiều loại nước có tính chất ngược nhau:

- Nước có tính xâm thực và nước đọng cấu cặn (tuy vậy việc cấp thêm chất phản ứng vẫn cần thiết để đạt tới các điều kiện cân bằng một cách chính xác);

- Chất thải axít và chất thải kiềm (ví dụ xử lý bề mặt kim loại).

Ta cũng có thể đưa vào trong loại này, lượng nước sau khi lọc xen kẽ nước axít và nước kiềm qua nhựa trao đổi cacbonxylic.

13.2.2. Lọc qua các sản phẩm kiềm thổ

Loại xử lý này dùng các sản phẩm bazơ cacbonat canxi, có thể trộn với cacbonat magie (dolomi) hay magiê oxit để khử tác dụng xâm thực của khí cacbonic. Khí CO_2 trong quá trình lọc tạo ra bicacbonat.

Vật liệu lọc được dùng từ lâu là đá hoa, tuy nhiên do tốc độ phản ứng nhỏ, nên người ta ưa dùng các sản phẩm khác có tên thương mại là nơtralit,

http://tieulun.hopto.org

notran, manhô, acđôlit,... mà động năng phản ứng cho phép thu được một hiệu ứng toàn bộ với một khối lượng tiếp xúc giảm.

Một số sản phẩm có trên thị trường đã được kiềm hoá khi điều chế. Chúng chứa một tỷ lệ lớn oxyt kiềm thổ và trao cho nước đã xử lý một độ kiềm rất lớn và giảm dần theo thời gian.

Nơtralit và Nơtran không chứa bazơ tự do, không có thiếu sót trên, nó ổn định theo thời gian. Chúng có dưới dạng các hạt mẫu có độ hạt khác nhau và là các hợp chất cacbonnat canxi và magê, cấu trúc đặc biệt cho tính hoà tan nhanh và không đổi, luôn tỷ lệ với số lương CO_2 phải trung hoà. Lọc với các sản phẩm kiềm thường được áp dụng cho nước ngầm không yêu cầu xử lý khác, khi định lượng vào nước ở dạng bột nhão hay dung dịch được gộp vào một hệ thống xử lý (loại bỏ sắt và mangan của nước ngầm, làm sạch nước mặt,...)

Tuy nhiên phương pháp này không cho phép để pH vượt qúa độ pH cân bằng để tăng tốc độ tạo thành các màng bảo vệ, Muốn tạo màng bảo vệ phải cho bổ sung chất phản ứng kiềm).

13.2.3. Tiêu thụ chất phản ứng để hiệu chỉnh độ axít

Chất phản ứng	Tiêu thụ sản phẩm sạch cho 1g CO_2 xâm thực	Tăng độ cứng cho 1g CO_2 xâm thực ở °F
Vôi	0,84 g $Ca(OH)_2$; (0,85 cho 1g thương phẩm)	0,11
Xút	0,91g NaOH	0
Cacbonat natri	2,4 g Na_2CO_3	0
Đá hoa	2,3 g $CaCO_3$	0,23
Mage	0,45g MgO	0,11
Nơtralit	2 - 2,2g	0,23

13.3. Tạo lại Độ khoáng hoá

13.3.1. Mục đích

Tạo lại độ khoáng hoá có mục đích làm tăng TAC hoặc TCa. ta cũng gọi là tạo lại cacbonnat. Mục đích thông thường nhất là cho phép tạo ra màng bảo vệ ở thành bên trong ống dẫn. Nó cũng có thể giúp nước đã xử lý đáp ứng các yêu cầu về chất lượng hoặc còn muốn cải thiện chất lượng cảm quan (vệ sinh) của một số nước tiêu dùng. Giai đoạn xử lý này thường đặt vào cuối dây chuyền sản xuất nước (nước ngầm mềm hoặc nước đã xử lý loại bỏ

http://tieulun.hopto.org

muối). Nó cũng có thể thích hợp với xử lý ngay ở giai đoạn đầu cho nước mặt mềm và có mầu, điều đó cho phép điều chỉnh được độ pH kết bông và có thể cải thiện chất lượng kết bông.

13.3.2. Quy trình áp dụng

Để thu được TAC và TCa bảo đảm, có rất nhiều phương pháp được áp dụng tuỳ thuộc vào chất lượng ban đầu của nước, công suất của nhà máy và sản phẩm sẵn có ở địa phương.

13.3.2.1. Khí cacbonic và vôi

Đó là phương pháp thông dụng nhất, khi chất lượng nước cần tăng đồng thời TAC và canxi ở các nhà máy trung bình và lớn. Cần phải có: 8,8g CO_2 + 5,6g CaO hay 7,4g $Ca(OH)_2$ cho 1 độ TAC và cho $1m^3$ nước.

Khí CO_2 được đưa vào trong tháp tiếp xúc qua các vòi phun khoan lỗ dưới áp suất vài mét cột nước. Trong trường hợp nước cấp cho công nghiệp, CO_2 được lấy từ các cửa xả của động cơ hay trong ống khói và có thể rửa trong tháp phun nước. Các mỏ hàn chìm dưới nước có thể đốt cháy hydro cacbua lỏng hoặc khí trong chất lỏng.

Lượng nhiên liệu cần thiết để sinh ra 1kg CO_2 là: 350g than cốc, 450g dầu nhiên liệu. Nhưng chỉ có sử dụng CO_2 lỏng thương phẩm mới bảo đảm độ tinh khiết của sản phẩm (đối với nước uống).

Vôi cần được điều chế trong bình bão hoà dưới dạng nước vôi, khi tái tạo khoáng chất, nó ở dạng nước trong và đưa vào cuối dây chuyền xử lý. Tuỳ thuộc vào TAC ban đầu của nước, đôi khi người ta châm vôi sau khí CO_2 để tránh hiện tượng khử cacbonnat của nước ở điểm châm vôi.

13.3.2.2. CO_2 và lọc qua sản phẩm trung hoà

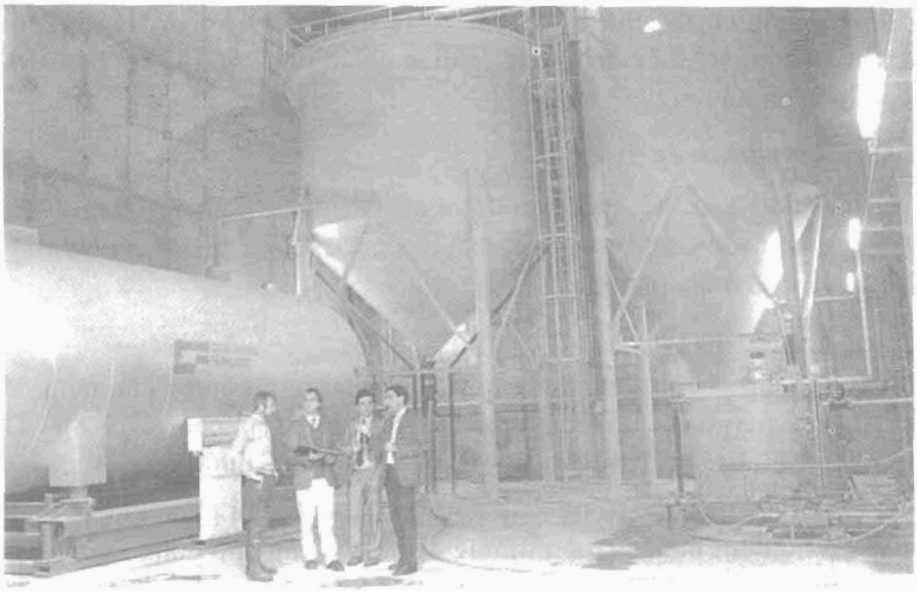
Trong trường hợp này, sự tiêu thụ khí cacbonic giảm xuống (4,4g/m^3 cho mỗi độ tạo lại khoáng chất) và quá trình diễn ra đều hơn: phương pháp này không cho phép vượt quá độ pH cân bằng, ngược lại với phương pháp CO_2 và vôi.

13.3.2.3. Bicacbonat natri và muối canxi

Ta đưa vào nước đồng thời các ion bicacbonát HCO_3^- (dưới dạng bicacbonat natri và các ion canxi Ca^{2+} dưới dạng clorua canxi, đôi khi là sunfat canxi). Để làm giàu $1m^3$ nước ở 1°F, cần phải dùng 16,8g bicacbonát natri và:

- Hoặc 11,1g clorua canxi ($CaCl_2$);
- Hoặc 13,6g sunfats canxi ($CaSO_4$).

http://tieulun.hopto.org



Hình 127. *Trạm xử lý DORLAY. Lưu lượng 625m³/h*

Trạm tạo lại độ khoáng hoá bằng phun CO_2 và vôi.

Đối với $CaSO_4$ dùng thạch cao không nung cho tiếp xúc với nước để điều chế một dung dịch bão hoà chứa 2,3g $CaSO_4$. $2H_2O$ hay 1,8g $CaSO_4$ cho 1lít.

Clorua canxi có ưu điểm rất dễ sử dụng do dễ hoà tan, ngược lại, nó đưa vào nước các ion Cl^- có thể chống lại hiệu quả xử lý tạo lại độ khoáng hoá do ảnh hưởng của nó đến hiện tượng ăn mòn, nếu chúng tăng thêm một hàm lượng đáng kể.

Trừ trường hợp phải tái tạo độ khoáng hoá cao, loại xử lý này cần phải ngừng bổ sung thêm các chất phản ứng kiềm khi đã đạt được độ pH bão hoà. Các xử lý này cần có vốn đầu tư nhỏ (bể điều chế và bơm định lượng), nhưng ngược lại giá thành vận hành cao. Nói chung, chúng được dùng ở các nhà máy nhỏ và trung bình.

13.3.2.4. Các vấn đề khác

Tuỳ theo chất lượng nước và sản phẩm sẵn có tại chỗ, đôi khi ta có thể dùng các phương pháp sau đây:

- Bicacbonát natri + vôi hoặc cacbonat natri;
- Cacbonát natri và khí cacbonic;
- Axít sunfuric và cacbonát canxi.

http://tieulun.hopto.org

14. TRAO ĐỔI KHÍ - LỎNG

Trong kỹ thuật xử lý nước, áp dụng nhiều phương pháp chuyển đổi các chất giữa hai pha lỏng và khí. Việc chuyển đổi khối lượng là làm chuyển một cấu tử của một pha này sang một pha khác có thể chia ra làm hai loại :

- Hấp thụ. Chuyển cấu tử của pha khí sang pha lỏng có thể là hoà tan khí vào nước (không khí, oxy, ôzôn, clo,...), lọc bằng sinh học, khử sắt, khử trùng, hoặc hoà tan một khí ô nhiễm (H_2S, SO_2, sản phẩm chứa lưu huỳnh, NO_x, NH_3 và các chất hữu cơ bay hơi, HCl,...) vào một dung dịch lỏng để làm sạch khí.

Sự hấp thụ này thường kết hợp với một phản ứng hoá học.

- Tách khí, quá trình ngược của hấp thụ nghĩa là chuyển các khí bay hơi đã hoà tan trong nước vào pha hơi (CO_2, O_2, H_2S, NH_3, dung môi chứa clo) đó là: sự chưng cất và khử khí.



Hình 128. *Trạm xử lý EPINAL. Lưu lượng 300 m^3/h. Xử lý khoáng chất bằng phun khí CO_2 và lọc trên neutralite. Ba bộ lọc 28,5m^2.*

Quá trình tách khí xảy ra không có sự tham gia của các phản ứng hoá học.

Trong tất cả các trường hợp, hệ thống lỏng-khí tuân theo luật chuyển đổi khối lượng của pha này sang pha khác để đạt tới giới hạn cân bằng.

14.1. Cơ sở lý thuyết của trao đổi khí/ lỏng

Các quy luật chính chi phối sự trao đổi khí/lỏng là:

- Ở pha lỏng, luật HENRY liên quan đến áp suất riêng phần của khí p với phần mol x trong pha lỏng ở nhiệt độ đã cho: $p = Hx$, với H là hằng số Henry trình bầy ở Chương 8.

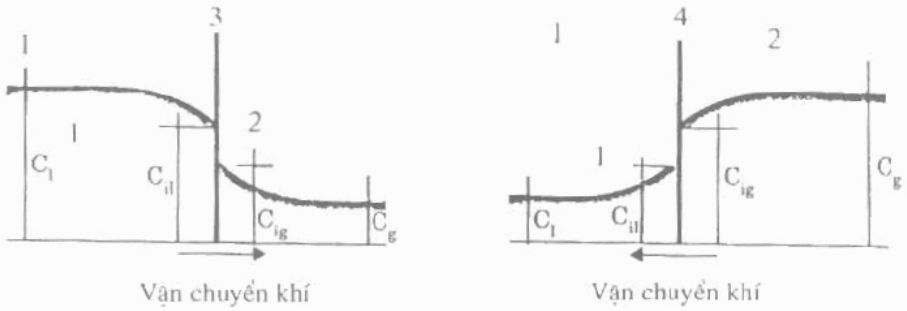
http://tieulun.hopto.org

- Trong pha khí: Luật DALTON và luật khí lý tưởng. Như vậy đối với một hỗn hợp khí chiếm một thể tích V ở nhiệt độ T, dưới áp suất P và chứa m_1, m_2.... m_n khối lượng khí với khối lượng mol tương ứng là M_1, M_2,... M_n chịu áp suất riêng phần p_1, p_2 ... p_n. Ta có thể viết

$$P = p_1 + p_2 ... + p_n$$

$$p_1M_1/m_1 = p_2M_2/m_2 = p_nM_n/m_n$$

- Để chuyển đổi: Lí thuyết của Whitman và Lewis cho phép định lượng dòng tổng thể N khí được chuyển đổi qua mặt trao đổi S khi không có tích tụ ở mặt phân cách: $N = k_l.S. (C_{il}-C_l) = k_gS (C_g-C_{ig})$. Trong đó: C_l và C_g là nồng độ của khí trong pha lỏng và pha khí; C_{il} và C_{ig} là nồng độ ở mặt phân cách, k_l và k_g là hệ số chuyển đổi trong pha lỏng và khí phụ thuộc vào mặt phân cách và tình trạng rối loạn. Các luật này xác định giá trị các tham số cơ bản của chuyển dịch hiệu quả.



Hình 129. *Trao đổi khí - lỏng*

Chiều mũi tên: Chiều di chuyển của khí.

1. Pha lỏng; 2. Pha gaz; 3. Quá trình tách khí; 4. Hấp thụ khí.

• *Duy trì một gradien nồng độ* lớn giữa pha lỏng và khí và mặt phân cách. Gradien này tác dụng như một lực động của quá trình hoà tan và tách khí.

• *Tạo ra một mặt phân cách* khí, lỏng càng lớn càng tốt khi có thể.

• *Sử dụng một trạng thái* xoáy và khuấy mạnh.

14.2. Sự hoà tan khí (hấp thụ)

Quá trình này dùng để xử lý nước (khử sắt, khử trùng làm sạch nước bằng sinh học) hay lọc sạch khí đã bị ô nhiễm. Các khí để hoà tan nói chung ít tan và bị sức cản khi chuyển qua màng chất lỏng theo phương trình mô tả sau:

$$N = \frac{dm}{dt} = k_l.S(C_s-C_l).$$

http://tieulun.hopto.org

Trong đó: m - Khối lượng khí được chuyển đổi;

C_s - Nồng độ bão hoà khí trong chất lỏng;

C_l - Nồng độ khí trong chất lỏng.

Nếu V là thể tích chất lỏng ta có: $\frac{dm}{dt} = V.\frac{dC}{dt}$

Từ đó rút ra $\frac{dC}{dt} = k_l.\frac{S}{V}(C_l - C_s)$;

Trong thực tế, hệ số $k_l S/V = K_L \times a$ gọi là hệ số chuyển đổi khối lượng: a=S/V diện tích trao đổi riêng. Nếu C_s và C_l tính bằng mg/l, K_L tính bằng l/s. Nói chung, hấp thu trong xử lý nước kèm theo phản ứng hoá học, thường là phản ứng oxy hoá xảy ra với tốc độ khác nhau (oxy hoá Fe^{2+}, khử trùng, oxy hoá chất hữu cơ). Trong trường hợp mà khí phản ứng mạnh với một số chất có trong nước, hệ số chuyển đổi khối lượng lớn hơn khi hoà tan vào nước sạch. Không những phải tính đến độ hoà tan và độ khuếch tán của khí mà còn phải tính đến hoá động học.

Ta phân thành hai loại hoà tan chủ yếu:

- Hoà tan trong lòng chất lỏng, điều đó cần một thể tích khí nén lớn và phải phân tán bằng các bọt khí. Nơi thường dùng là oxy hoá và khử trùng bằng ôzôn oxy hoá bùn hoạt tính (xử lý sinh học).

- Hoà tan ở bề mặt chất lỏng bằng cách nhân rộng mặt phân cách thông qua việc đặt khối tiếp xúc hay vật liệu đệm trong các tháp phun vận hành ở gần áp suất khí quyển, như kiểu thiết bị rửa khí.

Phương pháp hỗn hợp phối hợp cả hai cách hoà tan: Ví dụ tháp khử sắt, lò phản ứng NITRAZUR N, BIOFOR.

14.3. Tách khí (phản hấp thu)

Vấn đề là cần phải tách các khí hoà tan trong nước và chuyển thành pha khí để thu được nước đã khử khí có nồng độ khí hoà tan nhỏ. Các khí tách ra từ pha lỏng được hoà vào và kéo theo bởi dòng khí ngược dòng được gọi là khí dùng để tách. Quá trình khử khí chỉ có khả năng khi hàm lượng khí cần khử trong khí dùng để tách thực tế bằng không. Áp dụng các luật chuyển đổi khối lượng ta thấy rằng. Để nhận được mức độ khí hoà tan thấp, ta phải:

- Giảm phần mol của khí cần khử trong pha khí: khử CO_2 bằng không khí;

- Giảm áp suất toàn phần của pha khí: khử khí oxy và CO_2 bằng chân không;

http://tieulun.hopto.org

- Tăng hằng số HENRY: khử khí bằng nhiệt ở nhiệt độ cao (O_2, CO_2).

Phần lớn các khí hoà tan ở trên biểu hiện tính rất ít hoà tan trong nước và tính khó chuyển đổi sang pha lỏng, tính chất này quyết định đến quá trình tách khí. Đối với các khí dễ hoà tan (NH_3), quá trình tách được kiểm soát bằng pha khí. Các thiết bị công nghiệp thường được dùng là các tháp chứa vật liệu tiếp xúc mà việc tính toán gần với việc tính các tháp chưng cất.

Chiều cao H của lớp tiếp xúc cần cho tách khí được tính:

- Hoặc bằng tích H = HUT × NUT (trong trường hợp khí ít hoà tan. HUT là chiều cao tháp chuyển đổi phụ thuộc chủ yếu vào đặc tính của vật liệu tiếp xúc; NUT là số lượng tháp chuyển đổi chỉ phụ thuộc vào nồng độ đầu cuối và mặt phân cách ở các bậc khác nhau.

- Hoặc bằng tích H = HEPT × NET (trong trường hợp khí dễ hoà tan), trong đó: NET là số tầng lí thuyết xác định bằng giải tích hay vật lý ; HEPT là chiều cao tương đương của một tầng theo lý thuyết, phụ thuộc chủ yếu vào vật liệu tiếp xúc.

Để khử oxy số lượng bậc chuyển đổi thay đổi theo mức độ hoà tan của nước (ở 15°) từ 8 đến 12 đối với nồng độ cuối là 50-10µg/*l*.

Sự tách CO_2 yếu hơn. Ở một trạm loại bỏ khoáng chất để giảm hàm lượng CO_2 từ 70 xuống 10g/*l* cần ít nhất hai bậc.

15. TRÍCH LY CHẤT LỎNG / CHẤT LỎNG

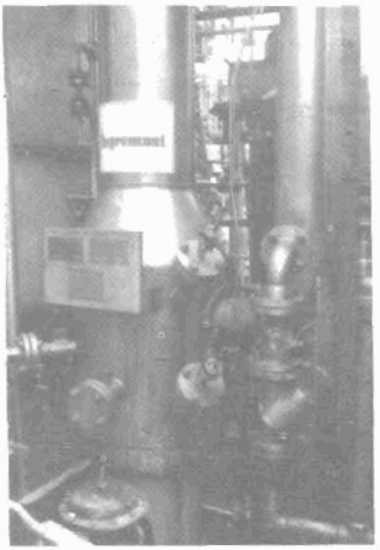
Việc chiết chất lỏng/lỏng là một công việc cơ bản để lấy ra một thành phần (chất hoà tan) từ trong chất lỏng trơ bằng một chất lỏng khác gọi là dung môi:

Chất lỏng trơ + hoà tan: pha lỏng 1 ↘	Chiết chất lỏng-lỏng	↗ Chất hoà tan + dung môi
Dung môi: pha lỏng 2 ↗		↘ Chất lỏng trơ + vết chất hoà tan

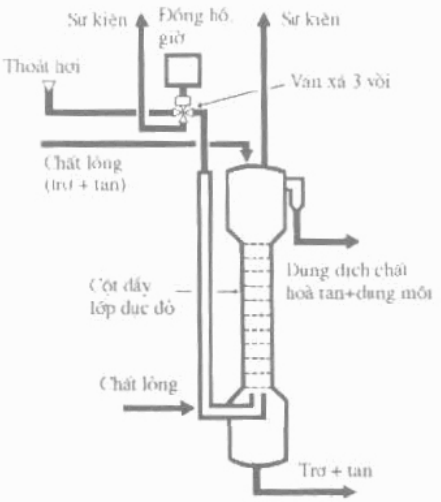
Pha lỏng 1 là một hỗn hợp đồng nhất. Dung môi không trộn lẫn với một trong hai hợp chất ban đầu: nói chung chất lỏng trơ và dung môi không có khả năng trộn lẫn với nhau.

Trích ly chất lỏng/lỏng cũng chi phối bởi luật chuyển đổi khối lượng với sự cần thiết tìm kiếm các tham số có lợi cho trao đổi: tạo ra ở mặt phân cách cực đại, sự khác nhau nhiều về nồng độ, hệ số chuyển đổi lớn.

http://tieulun.hopto.org



Hình 130. Nhà máy lọc LINDSEY (Anh). Xử lý xút đã dùng bằng chưng cất và tách bằng dung môi



Hình 131. Sơ đồ cột chưng cất đầy

Người ta chia các thiết bị công nghiệp dùng phương pháp chiết tách lỏng/lỏng thành hai loại chính:

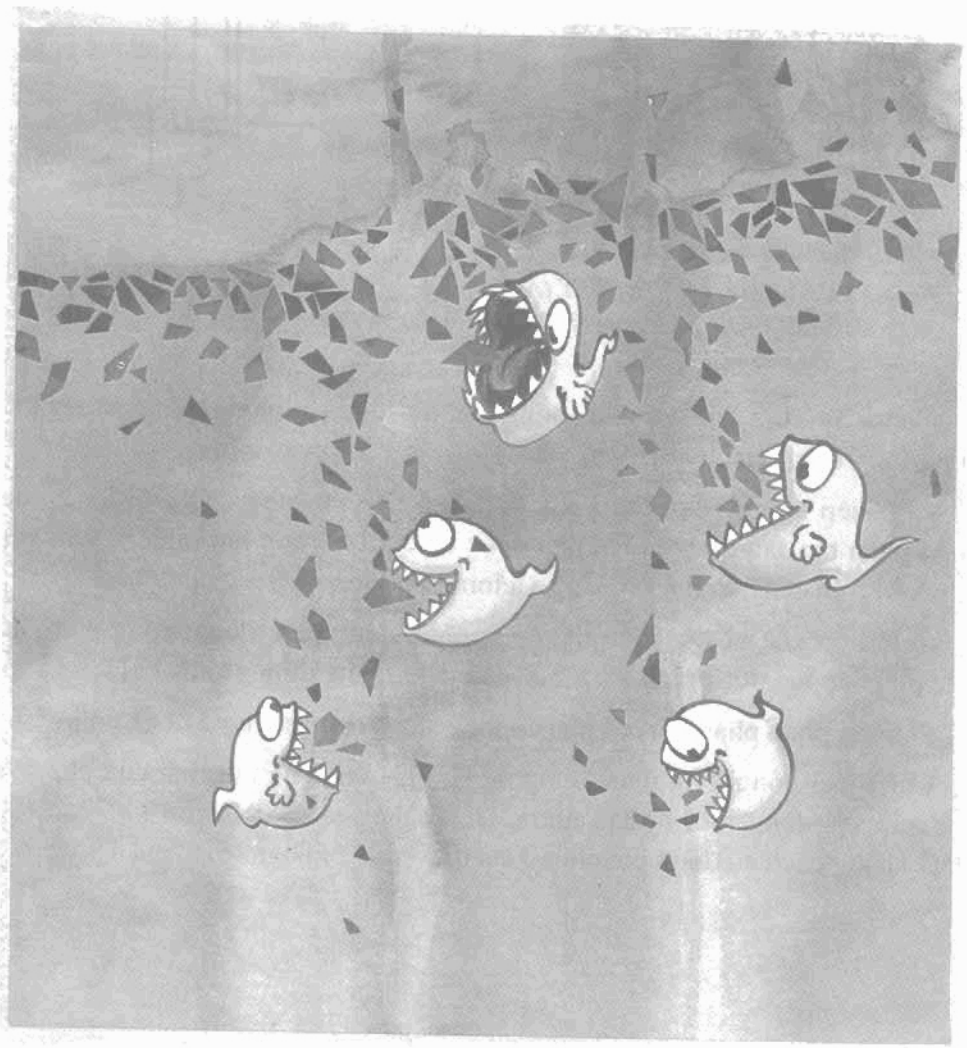
- Bộ tiếp xúc nhiều tầng riêng biệt liên tiếp với nhau. Ở mỗi tầng, thực hiện phân tán sau đó tách hai pha được thực hiện trong hai thiết bị liên tiếp: Thiết bị trộn-lắng và thiết bị lắng xiclon thủy lực.

- Hệ tiếp xúc vi sai, một pha được phân tán ngược dòng trong pha khác các pha tiếp tục được tách ở hai cực của tháp thẳng đứng (hình 131).

Phương pháp phân tán hai pha có thể bằng trọng lực hay khuấy cơ học.

Chiết tách lỏng/lỏng được dùng để khử phênol của xút thải của nhà máy lọc dầu với dung môi là dầu nhờn. Hiệu suất loại bỏ phênon khá cao (90-95%) bằng cách sử dụng cột chưng cất đầy có đĩa khoan lỗ.

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

4

CÁC QUÁ TRÌNH SINH HỌC CƠ BẢN TRONG XỬ LÝ NƯỚC

1. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG

Xử lý nước bằng sinh học dựa vào các dạng lên men khác nhau. Lên men là sự phân huỷ một số chất hữu cơ, chúng thường kèm theo sự thoát khí dưới tác dụng của các *en-zim* do các vi sinh tiết ra.

1.1. Sự sinh trưởng của vi khuẩn

Nếu môi trường thích hợp thì sau khi cấy vi khuẩn sẽ phát triển cho đến khi các chất dinh dưỡng cạn kiệt. Được thiết lập trong điều kiện nhiệt độ, độ pH, .. là các hằng số, hình 132 biểu diễn sự biến đổi của X-*mật độ vi khuẩn* theo thời gian t và theo khối lượng riêng. Có nhiều giai đoạn xảy ra liên tiếp khác nhau :

• *Giai đoạn tiềm tàng*

Trong giai đoạn này tế bào tổng hợp các *en-zim* cần thiết cho sự chuyển hoá của chất nền. Giai đoạn này quan trọng khi mà nước không được cấy vi khuẩn trước bởi các phối thích hợp. Đó có thể là trường hợp của một số chất thải công nghiệp. Trong suốt giai đoạn này, không có sự tái tạo cellulo.

$$X - C_k = X_o$$

X_o là mật độ tế bào ở thời điểm t = 0.

Như vậy tốc độ sinh trưởng bằng 0:

$$\frac{dX}{dt} = 0$$

http://tieulun.hopto.org

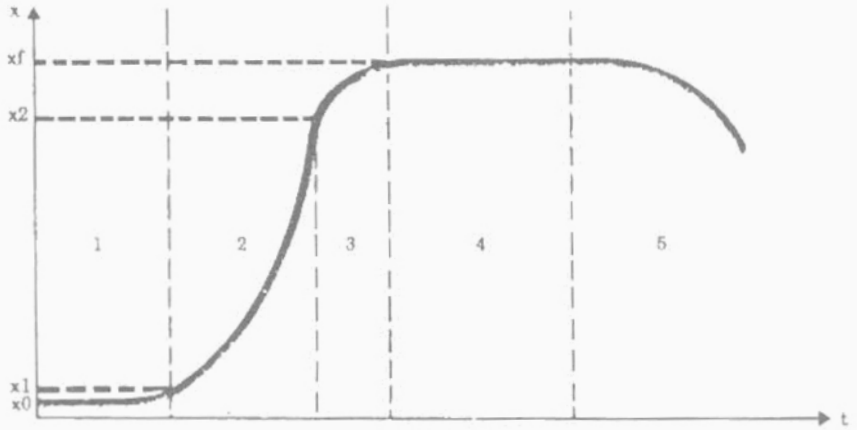
• *Giai đoạn sinh trưởng theo số mũ*

Giai đoạn này đạt được khi tốc độ tái tạo cellulo đạt tới mức cao nhất và giữ không đổi với nồng độ không hạn chế của chất nền. Giai đoạn này được đánh giá bởi thời gian sinh trưởng t_g hoặc là (gấp đôi thời gian) tương ứng với sự nhân đôi của số lượng vi khuẩn. Trong giai đoạn này, tốc độ sinh trưởng $\frac{dX}{dt}$ tăng tỷ lệ thuận với X (từ đó có được đường cong hàm mũ). Trên trục toạ đô bán lôgarit, đường cong này có dạng của một đường thẳng. Chúng ta có phương trình sau:

$$\frac{dX}{dt} \cdot \frac{1}{X} = \mu_m$$

Với μ_m là tốc độ sinh trưởng cực đại hoặc: $\text{Log}\frac{X_2}{X_1} = \mu_m (t_2 - t_1)$

t_g được xác định với $X_2 = 2X_1$: $t_g = \frac{\text{Log}_2}{\mu_m} = \frac{0,693}{\mu_m}$



Hình 132. *Sự sinh trưởng của cấy vi khuẩn*

• *Giai đoạn chậm dần*

Giai đoạn này tương ứng với sự cạn kiệt của môi trường nuôi cấy cùng với sự biến mất của một hoặc nhiều phần tử cần thiết cho sự sinh trưởng của vi khuẩn. Trong một số trường hợp, giai đoạn chậm dần được gây ra bởi sự tích tụ các sản phẩm ức chế sinh ra trong quá trình chuyển hoá vi khẩn. X tiếp tục tăng, nhưng dX/dt lại giảm.

http://tieulun.hopto.org

• *Giai đoạn ổn định.*

X đạt tới trị số cực đại X_{max}. Sự sinh trưởng dừng lại ngay cả khi các tế bào vẫn còn một hoạt động chuyển hoa nào đó.

• *Giai đoạn suy giảm (hoặc các giai đoạn hô hấp nội bào).*

Mật độ các tế bào sống giam xuống vì các tế bào bị chết và tỷ lệ chết tăng lên, các tế bào bị chết vì các en-zim tự tiêu hủy.

Các giai đoạn này và các phương trình biểu diễn chúng có giá trị trong môi trường hiếu khí và môi trường kỵ khí. Giá trị của các hằng số khác nhau rõ ràng là phụ thuộc vào các loài vi sinh, phụ thuộc vào chất nền và phụ thuộc vào các đại lượng khác (nhiệt độ, độ pH).

1.2. Mô hình sự sinh trưởng vi khuẩn

Mức độ sinh trưởng khoi vi sinh sẽ ơ vào giai đoạn chậm dần bởi vi trong hầu hết các ngành công nghiệp yeu cầu cuối cùng là giảm ô nhiễm tức giảm nồng độ chất nền. Nhiều mô hình toán học đã được đề xuất cho đoạn đường cong tương ứng với đoạn cham dan va đoạn sau nó, nhưng mô hình hoàn chỉnh nhất là mô hình co xu hướng bao trùm toàn bộ đường cong sinh trương.

Mo hình MONOD là mô hình cổ điển nhất nhưng nó cũng là mo hình quen thuộc nhất và được sư dụng nhiều nhất. Đo là mô hình kinh nghiệm, rất gần với định luật MICHAELIS - MENTEN có liên quan tới các phản ứng en-zim.

Mo hình được viết như sau: $\frac{dX}{dt} = \mu X$, với $\mu = \mu_m \frac{S}{K+S}$;

Trong đó:

S - Nồng độ của dung dịch với chất nền sinh trưởng bị hạn chê;

K - Ngưỡng của nồng độ mà dưới ngưỡng này thì tốc độ sinh trưởng phụ thuộc rất nhiều vào nồng độ chất nền. Hằng số này tương ứng với giá trị của *S* khi: $\mu = \frac{1}{2} \mu_{max}$.

Nói chung giá trị của K rất nhỏ và trong suốt giai đoạn sinh trưởng theo số mũ $\mu = \mu_{max}$.

Cần phải nhấn mạnh rằng trong trường hợp vi khuẩn có nhiều gốc vi sinh khác nhau tham dự vào thì trị số μ đo được thực sự là trị số μ kết quả. Tại một thời điểm đã cho, một số vi khuẩn có thể ở các giai đoạn phát triển khác với một số loài khác.

http://tieulun.hopto.org

Nhiều mô hình khác được sử dụng cho các nghiên cứu đặc biệt (các chủng thuần nhất, dùng chất chuyển hoá).

1.3. Hoạt tính của sinh khối vi khuẩn

Trong tất cả các phương pháp lên men, khối lượng của các vi sinh hiện có là một thông số quan trọng, đó là mức độ hoạt động của chúng mà người ta đang tìm cách tối ưu hoá tích số: Khối lượng vi sinh × Hoạt tính đơn vị.

Nhiều phương pháp đã được đề xuất để đo hoạt tính của khối vi sinh. Phương pháp đo ATP (adénosine triphosphate) thực tế không được các nhà xử lý nước sử dụng vì các kết quả khó có thể giải thích được.

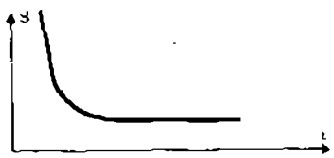
Phương pháp đo hoạt tính khử hydro không được hoàn chỉnh bởi kết quả phân tán còn phương pháp đo ADN (acide désoxyribonucléique) thì cách lấy liều lượng lại quá dài và khó nhọc.

Các phương pháp đo nhịp thở, một lần nữa lại là các phương pháp được sử dụng nhiều nhất.

1.4. Sự loại bỏ chất nền

Với một khối lượng vi sinh đã cho, tốc độ biến mất của chất nền S theo thời gian có thể có nhiều dạng. Người ta thường dùng khái niệm cấp phản ứng. Một phản ứng bậc không nếu như: $\frac{dS}{dt}$ = Hằng số. Điều đó có nghĩa rằng tốc độ phản ứng không phụ thuộc vào nồng độ chất nền. Trong trường hợp ngược lại chúng ta có dạng quan hệ: $\frac{dS}{dt} = K.S^n$. Người ta gọi đó là phản ứng bậc n.

Khi xử lý nước, tiến trình của S theo thời gian với một khối lượng vi sinh đã cho và không đổi, thường có dạng đường cong như hình 133.



Hình 133. *Sự khử chất nền*

Ở thời gian đầu chúng ta có phản ứng bậc không. Sau đó khi nồng độ chất nền trở nên thấp hơn một giá trị nào đó thì có sự thay đổi bậc phản ứng và như vậy có sự chậm dần của tốc độ biến mất chất nền. Điều đó có nghĩa là những phần cuối cùng của chất nền thường khó bị khử. Giai đoạn đầu tiên tương ứng với những hiện tượng phức tạp của sự hấp thụ sinh học và của sự kết bông các chất keo: tiếp theo đó là sự biến mất chất nền liên quan đến việc các vi sinh đã sử dụng chất nền.

http://tieulun.hopto.org

1.5. Vi khuẩn hiếu khí, vi khuẩn kỵ khí

Các biện pháp xử lý sinh học được sử dụng trong xử lý nước chỉ là các hiện tượng tự nhiên. Có 2 biện pháp giảm các chất ô nhiễm:

- *Biện pháp hiếu khí*: khi có oxy tham gia vào phản ứng. Biện pháp này xảy ra một cách tự nhiên trong nước có đủ oxy. Lượng cacbon hữu cơ chuyển thành CO_2 và sinh khối.

- *Biện pháp kỵ khí*: phản ứng xảy ra khi thiếu không khí trong môi trường khử. Sau khi bị phân hủy, cacbon hữu cơ tồn tại dưới dạng CO_2, CH_4 và sinh khối. Vì điện thế oxyhóa-khử của môi trường thấp làm cho nitơ chuyển sang dạng NH_3, lưu huỳnh chuyển sang dạng H_2S hoặc các hợp chất lưu huỳnh khác như mercaptan chẳng hạn.

Sơ đồ hóa sự phân huỷ đường glucô có thể theo hai quá trình sau đây:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{Hiếu khí}]{} 6CO_2 + 6H_2O + 2{,}72\ kJ/mol \quad (650cal/mol)$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{Kỵ khí}]{} 3CO_2 + 3CH_4 + 0{,}144\ kJ/mol \quad (34{,}4cal/mol)$$

Để tổng hợp một gram sinh khối, đòi hỏi phải có cùng một lượng năng lượng đưa vào, dù cho bằng phương thức nào thì tỷ lệ sinh sản của các phòi hiếu khí cũng cao hơn các phòi kỵ khí và quá trình khử các chất có chứa cacbon xảy ra nhanh hơn. Tuy nhiên, ở phương pháp kỵ khí, bùn được sản sinh ra ít hơn.

Nói chung người ta dùng thuật ngữ anoxia (thiếu oxy) cho môi trường *thực tế là thiếu oxy hoà tan*, nhưng không vì vậy mà sự lên men axít và lên men kỵ khí phát triển được.

1.6. Độ độc hại và sự ức chế

Sự tiến triển tốt của quá trình lên men hiếu khí hay kỵ khí đòi hỏi các điều kiện môi trường khá nghiêm ngặt. Trong các điều kiện đó thì nhiệt độ và độ pH đóng một vai trò quan trọng. Môi trường cũng không được chứa những chất độc hại hoặc những chất ức chế làm cho các hoạt động vi khuẩn bị chậm hoặc bị dừng lại một cách không thuận nghịch.

Phần lớn các kim loại nặng đều chứa các chất độc hại đối với vi khuẩn. Điều đó thường xảy ra với đồng, crôm, niken, kẽm, thuỷ ngân và chì. Các kim loại này phản ứng hoặc là giữ một số en-zim mà chúng giữ lại được, hoặc là phá huỷ bản chất một số en-zim, hoặc cuối cùng làm biến đổi tính thấm của màng tế bào.

Các anion như các xianua, florua, asenat, cromat, và bicromat đều có các phản ứng tương tự. Các halogien và một số hợp chất hữu cơ cũng có thể

http://tieulun.hopto.org

tham gia vào quá trình phân huỷ bản chất các protein hoặc phân huỷ các thành phần khác của tế bào

Với các chất độc hại khác nhau, vi khuẩn có sự nhạy cảm khác nhau. Sự nhạy cảm này phụ thuộc vào trạng thái sinh lý của chúng. Một số gốc vi khuẩn có cùng khả năng giải các độc tố như là các xianua hoặc các phenon chẳng hạn.

Trong thực tế, thường thì một quá trình nuôi cấy vi khuẩn có thể làm quen được với sự có mặt của một số chất độc hoặc chất hạn chế và do vậy làm giảm đi ngưỡng độc hại.

Một số kim loại có thể được đính bám vào mới kết bông vi khuẩn dưới dạng hợp chất hữu cơ-kim loại không tan mà không làm rối loạn sự sinh trưởng vi khuẩn. Tuy nhiên cần lưu ý rằng nếu lượng kim loại có trong bùn vượt quá mức cho phép thì sẽ làm cho bùn không thể sử dụng lại cho nông nghiệp được nữa. Khi vượt quá ngưỡng cho phép thì chính bản thân một số chất chuyển hoá trở thành chất ức chế các hoạt động vi khuẩn.

1.7. Tính chất của các bể phản ứng sinh học

1.7.1. Sự sinh trưởng lơ lửng và sinh trưởng trên giá thể

Có nhiều loại vi khuẩn được sử dụng. Lần này người ta thường quen phân biệt thành các quá trình sinh trưởng vi khuẩn lơ lửng và quá trình sinh trưởng vi khuẩn trên giá thể

• *Quá trình sinh trưởng vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng* chỉ được sử dụng để xử lý nước thải. Ở giải pháp này người ta làm cho các vi khuẩn phát triển một cách phân tán dưới dạng kết bông, ngay trong lòng chất lỏng cần xử lý. Người ta dùng một bể hoà trộn để giữ vi khuẩn ở dạng lơ lửng. Trong bể này cần bảo đảm:

- Cấp đủ nồng độ Oxy: Đó là giải pháp hiếu khí như dùng bùn hoạt tính, dùng hồ tự nhiên hoặc hồ làm thoáng cơ học;

- Hoặc là, ngược lại, không có ôxy: Đó là giải pháp kỵ khí như dùng bể lắng tiếp xúc với lớp bùn lơ lửng (UASB) hay xử lý trong hồ yếm khí.

• *Quá trình sinh trưởng của vi sinh vật trên giá thể* người ta dùng các vi sinh có khả năng sản sinh ra exopolymères cho phép gắn chúng vào bề mặt các vật đỡ khác nhau để tạo ra một màng sinh học. Cũng giống như vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng, vi khuẩn ở trạng thái gắn trên giá đỡ có thể được dùng cho xử lý hiếu khí hoặc xử lý kỵ khí (lọc sinh học trong môi trường hạt mịn, đĩa sinh học, bể lọc sinh học nhỏ giọt ..)

Ưu điểm chủ yếu của bể phản ứng với vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng là việc xử dụng khá dễ dàng. Tuy nhiên nó bị hạn chế vì phải duy trì nồng độ

http://tieulun.hopto.org

các vi sinh ở mức nhất định trong bể và như vậy đòi hỏi phải có bể phản ứng với dung tích lớn.

Bể phản ứng với vi khuẩn ở trạng thái gan trên giá thể, ngược lại, cho phép thu được mật độ khối sinh vật (đôi khi cả sự hoạt động của chúng) lớn hơn trong cùng thời gian. Điều này cho phep làm giam kích thước của bể phản ứng.

Cũng cần lưu ý rằng ở bể phản ứng với vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng hoặc gắn kết có một lượng vi sinh được sinh sản quá mức và cần phải đưa ra bớt để xử lý.

1.7.2. Sự phan tán và thời gian lưu nước

Cần có một sự phan biệt quan trọng: trước hết ở các giải pháp với vi khuẩn ở trang thái lơ lửng như bùn hoạt tính, đó là sự khác biệt giữa bê phản ứng sinh học trộn đồng nhất hoặc là trộn hoàn chỉnh với bể phản ứng sinh học không đồng nhất theo kiểu chảy đều như piston đẩy chẳng hạn. Một bể phản ứng sinh học được gọi là hoà trộn hoàn chỉnh nếu như ở mọi điểm trong bể, nong độ (khối vi sinh, chất nền, oxy) và nhiệt độ đều như nhau. Bể phan ứng sinh học dang chảy đều theo kiểu piston đẩy trên kênh dẫn có tỷ lệ chiều dai/chiều rong đạt trị số lớn: trong trường hợp này xuất hiện gradien nồng do theo trục chuyển động.

Trong bể phan ứng chảy đều kiểu piston đẩy lý tưởng, mọi phần tử trong bể tại thời điểm đã cho nào đó, trong chốc lát đều có các điều kiện thuỷ lực đồng nhất (vận tốc và hướng chuyển động) Thời gian nước lưu lai trong bể về lý thuyết là như nhau đối với mọi phần tử. Với bể trộn hoàn chỉnh, sự phân bố thời gian nước lưu lai trong bể có dang của đồ thị xác xuất của Gauss.

Các đac trưng thuy lực kể trên tất quan trọng vì chúng có thể có tác động đều đòng học phản ứng và thậm chi làm cho một số vi khuẩn nảy phát triển manh hơn các vi khuẩn khác.

- *Đòng họ. phan ứng*

Các nghiên cưu lý thuyet cho thấy: từ phản ứng có bậc trên bậc không trở len, với một thể tích đã cho, bể chay đều kiểu piston đẩy cho phép thu nhận được trang thái phan ứng cao hơn so với bể hoà trộn hoàn chỉnh, hoặc là cùng với mot trang thái phan ứng thi bc chay kiểu piston đẩy sẽ có thể tích be hơn.

- *He so phan tán*

Trong thực tế không có bê phản ứng sinh học nào hoạt động ở dạng hoà trộn hoàn chỉnh hoặc ở dang chay đều kiểu piston. Tuy nhiên, một số bể sẽ gần tương đương với chúng. Việc sử dụng hệ số phân tán theo đó dài là có ích để định lương đó khuấy trọn. Giá trị của hệ số bằng không

http://tieulun.hopto.org

Tương ứng với bể chảy đều kiểu piston lý tưởng, còn giá trị bằng vô cùng tương ứng với bể hoà trộn hoàn chỉnh lý tưởng.

• *Thời gian lưu nước*

Nếu gọi: t_l là thời gian lưu nước giả thiết, $t_l = \frac{V}{Q}$; với V là thể tích bể phản ứng; Q Là lưu lượng. t_l là thời gian lưu nước trung bình trọng.

Chúng ta có thể thiết lập được đường cong biểu diễn bằng cách trộn tức thời chất chỉ thị với nước ở đầu vào sau đó đo nồng độ của chất này theo thời gian ở đầu ra.

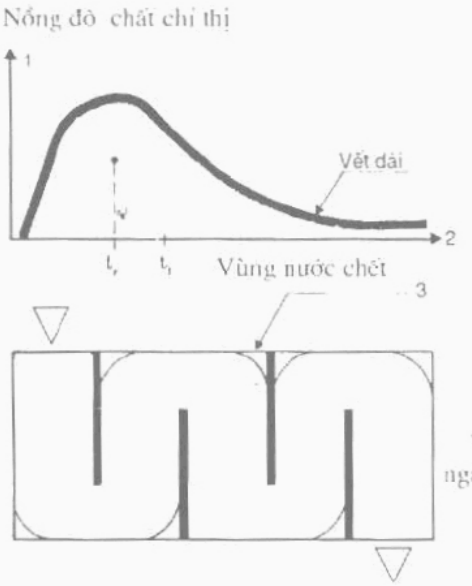
Nhiều trường hợp có thể được thể hiện:

- Với $t_v < t_l$ (hình134). Đó là dấu hiệu có vùng thể tích chết, ở đó có nước tù đọng. Nước tù đọng tham gia ít hoặc hoàn toàn không tham gia vào các phản ứng. Trên đường cong, nói chung, chúng được thể hiện bởi một vệt dài.

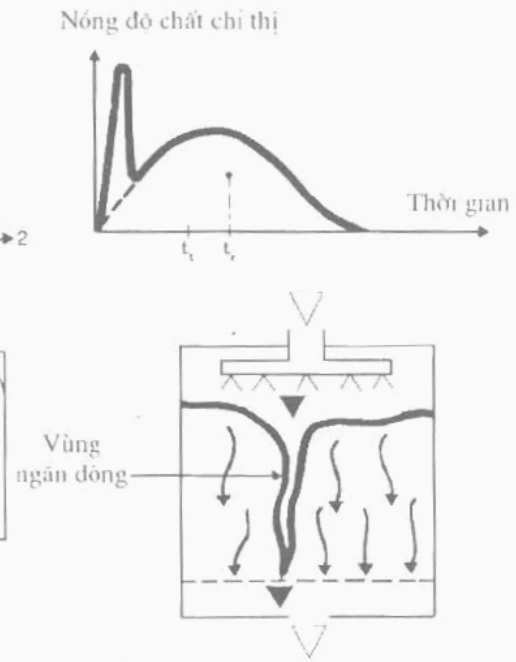
- $t_l = t_v$. Trong trường hợp này nước chảy qua toàn bộ thể tích hình học của bể.

- $t_l > t_v$ (hình 135). Đó là dấu hiệu của sự ngắn mạch của dòng chảy bên trong bể (nếu t_l là thời gian lưu nước trung bình của nước thực sự chảy qua bể).

Trong xử lý nước, việc sử dụng các bể phản ứng thuỷ lực ngày càng nhiều, buộc phải xem xét kỹ càng tất cả các khái niệm thuỷ lực học này.



Hình 134. *Đường cong vết của bể phản ứng có vùng nước chết*



Hình 135. *Đường cong vết của bể phản ứng có ngắn mạch (ngắn dòng)*

http://tieulun.hopto.org

I.8. Các đặc tính của chất nền

Chất nền là một tập hợp gồm toàn thể các vật phẩm chứa trong nước mà vi khuẩn có thể sử dụng chúng để phát triển.

Các nguyên tố của chất nền có thể được phân loại như sau:

- Các nguyên tố chiếm đa số: C, H, O và N;
- Các nguyên tố chiếm thiểu số: P, K, S và Mg;
- Các vitamin và các hocmôn;
- Các nguyên tố vết hoặc các nguyên tố vi lượng (Co, Fe, Ni,...).

Trong một môi trường đặc biệt phức tạp thường có ở hầu hết nước thải, các nguyên tố vết, các vitamin và các hocmôn nói chung, có nồng độ đủ để bảo đảm cho quá trình làm sạch diễn ra đầy đủ. Điều đó cũng xảy ra với các nguyên tố K, S và Mg. Ngược lại, nước cần xử lý có thể không có đủ photpho, thậm chí cả nitơ. Như vậy phải bổ sung các nguyên tố này. Chính cuộc đấu tranh chống phú dưỡng (eutrophisation) có thể lại cần phải loại bỏ các nguyên tố này.

Để một nguồn nước thải có thể xử lý sinh học được nó phải có các đặc tính thích hợp với sự tăng vi khuẩn như độ pH, nhiệt độ và không có các sản phẩm độc hại hoặc sản phẩm ức chế.

I.8.1. Sự ô nhiễm bởi các chất hữu cơ chứa cac-bon

Nói chung, sự ô nhiễm chính phải loại trừ là ô nhiễm cacbon hữu cơ. Nhưng nó lại tạo ra chất cơ bản của sinh khối (công thức rất đơn giản là $C_5H_7NO_2$). Khi xem xét sự đa dạng của ô nhiễm cacbon chúng ta sẽ có nhiều thời gian để quay trở lại các phương pháp đặc trưng tổng hợp.

Hình 136 cho thấy sự biến đổi của BOD theo thời gian oxy hoá. Để sự oxy hoá được hoàn toàn, quá trình phải diễn ra ở 20°C trong vòng 21 ngày. Chúng ta sẽ có được BOD_{21} hoặc là BOD cuối cùng.

Nếu như toàn bộ chất hữu cơ trong nước bị phân huỷ, chúng ta phải có :

$$COD = BOD_u$$

Với trường hợp đường Glu-co, ta có: $BOD_{21}/BOD_5 = COD/BOD_u = 1,46$.

Nếu có các chất hữu cơ không bị phân huỷ (trường hợp nước thải sinh hoạt và một số loại nước thải công nghiệp). Chúng ta có: $COD > BOD_{21}$

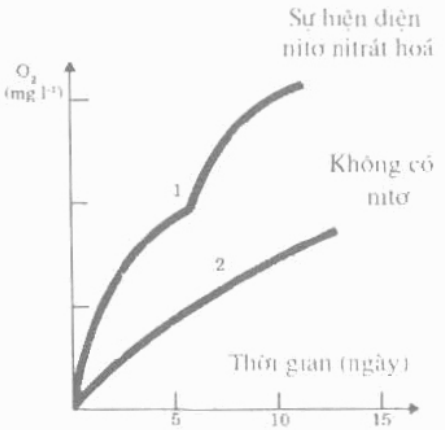
Có thể kể ra ví dụ về các vật thể hữu cơ không bị phân huỷ như là xen-lu-lô, li-nhin, ta-nanh, mùn cưa....

Trong quá trình xử lý sinh học, tỷ số COD/BOD_5 của nước đã xử lý tăng lên rõ rệt.

http://tieulun.hopto.org

1.8.2. Sự ô nhiễm nitơ

Các nguồn nitơ sử dụng cho các vi sinh thực tế bao gồm toàn bộ các nguồn nitơ hữu cơ và nitơ vô cơ, nitơ được chuyển hoá chủ yếu để tạo ra các protein, các axít nuclêic, các polyme của thành tế bào. Người ta dự tính rằng nitơ chiếm khoảng 12% trọng lượng khô của một khối vi sinh nguyên chất. Trong xử lý nước thải, giá trị này thường chiếm khoảng dưới 10%.



Hình 136. *Sự biến đổi của BOD*

Trong nước thải người ta phân biệt các dạng nitơ sau:

- *Dạng khử tương ứng với nitơ kiedan*: nitơ hữu cơ, nitơ amôni $N\text{-}NH_4^+$.

- *Dạng đã được oxy hoá*: $N\text{-}NO_2^-$ (nitơ nitorat), $N\text{-}NO_3^-$ (nitơ-nitrát). Thuật ngữ nitơ tổng hợp thường được dùng trong xử lý nước thải bao hàm toàn bộ dạng khử và dạng đã được oxy hoá.

1.8.3. Sự ô nhiễm phốtpho

Phốt pho được hoà trộn chủ yếu trong các axít nuclêic các phốtpholipit, các polyme của các màng vi khuẩn. Trong một số trường hợp đặc biệt, chúng tập trung trong tế bào, dưới dạng polymêta phốtphát (sự loại phốtphát sinh học..). Có một tỷ lệ rất nhỏ phốtpho tồn tại dưới dạng phốtpho hữu cơ khuếch tán được, chẳng hạn như ATP (adênôsin triphotphat).

Photpho chiếm 1,5 đến 2% trọng lượng khô của khối vi sinh. Tuy nhiên cần lưu ý là tỷ lệ phần trăm này tăng theo độ sinh trưởng và biến đổi ngược chiều với nhiệt độ.

Phốtpho có thể có mặt trong nước thải dưới dạng orthophotphat, polyphotphat, hoặc photpho hữu cơ. Người ta cũng gọi phốtpho tổng hợp là tổng thể của tất cả các dạng phốtpho.

1.9. Sự ô nhiễm và môi trường tiếp nhận nước thải: ích lợi của mô hình hoá

Bằng cách đo trực tiếp tại hiện trường, có thể xác định được hậu quả của việc thải loại các chất ô nhiễm vào môi trường nước. Nhưng nói chung điều đó chỉ được thực thi với một số chế độ thuỷ lực rất hạn chế. Mặt khác, để thấy trước được ảnh hưởng của việc xả trong tương lai và sự cố tràn bất ngờ,

http://tieulun.hopto.org

hoặc để thiết lập sự giảm các chất thải theo chương trình, không thể nào bỏ qua các mô hình toán học. Các mô hình đang được sử dụng hiện nay chủ yếu là:

- Sự tái tạo oxy của môi trường thuỷ sinh (từ khí quyển và bằng sự quang hợp của các loài cây thuỷ sinh và các loài tảo);

- Sự oxy hoá chất hữu cơ cũng như các nitơ dạng khử. Mục đích của các mô hình này là xác định sự biến đổi lượng oxy hoà tan và lượng BOD_5 (hoặc CTO),N-NH_4^+, ở hạ nguồn của điểm xả.

Các công thức đề xuất hoàn toàn là công thức kinh nghiệm. Các hằng số làm thoáng tái tạo khí trên sông phụ thuộc vào vận tốc và vào độ sâu của dòng chảy. Việc mô hình hoá nitơ dạng khử vẫn là vấn đề khó vì không thể xác định chắc chắn các luồng chất ô nhiễm (đặc biệt khi chúng có nguồn gốc từ nông nghiệp) và vì sự phức tạp của các hiện tượng nitrat hoá. Việc tính toán quá trình tiến luỹ cân bằng trên sông và các hậu quả của nó gặp phải những khó khăn rất lớn.

Trong lĩnh vực phú dưỡng hoá ao hồ, việc mô hình hoá đã thu được những thành tựu đáng kể.

1.10. Triển vọng của phương pháp sinh học

Công nghệ sinh học phát triển do sự xuất hiện của các ngành kỹ thuật mới về di truyền học, về en-zim và miễn dịch học. Do tính phức tạp của chất nền cần xử lý, việc ứng dụng công nghệ sinh học trong xử lý nước sẽ chỉ là hứa hẹn nếu như một số ngành kỹ thuật vẫn còn là *trong tương lai* hoặc gần như không tưởng.

Một trong các ứng dụng thú vị là sử dụng đặc tính của en-zim hoặc là để thúc đẩy quá trình phân giải các hoạt chất có khối lượng lớn, hoặc là để phát triển các bộ cảm biến và các đầu đo sinh học. Dựa vào sự dính bám của en-zim hoặc sự dính bám các vi sinh ở trên màng, hệ này cho phép đo lường một cách nhanh chóng và có chọn lọc các chất gây ô nhiễm hoặc các chất gây ô nhiễm cực nhỏ (côn trùng,...).

Các ngành kỹ thuật khác có thể cần có những cơ chế khảo sát miễn dịch để phát hiện ra các vi sinh, thậm chí ở nồng độ rất thấp (cho xử lý EP).

Cũng có xu hướng sử dụng sinh học để tạo ra các vi khuẩn có khả năng chống ô nhiễm nước thải với động năng cao hơn mức bình thường rất nhiều, hoặc bằng các biện pháp thích hợp để phá huỷ các chất nền tới mức không thể bị phá nữa.

Tuy nhiên việc sản xuất và sử dụng các vi khuẩn đột biến ở mức độ công nghiệp không phải là không có những khó khăn về:

http://tieulun.hopto.org

- Sự cạnh tranh với các vi sinh tự nhiên:

- Kiểu hoạt động của các vi khuẩn đối với vô số chất nền cần phân huỷ ngày càng xuất hiện mới:

- Sự đào thoát các vi sinh ra trong môi trường tự nhiên.

Ngược lại, bằng việc cô lập và sản sinh các vi sinh có nguồn gốc từ môi trường tự nhiên để bảo đảm cho chúng bổ sung một số lượng lớn vào môi trường còn thiếu, có thể cho phép thúc đẩy quá trình lựa chọn và làm sạch, lại được thiết lập quá chậm chạp.

2. SỰ SINH TRƯỞNG CỦA VI KHUẨN HIẾU KHÍ

Các thiết bị xử lý hiếu khí từ lâu đã được xác định theo kinh nghiệm bằng cách dùng "con số vàng": 150 đến 200l để sục khí cho một đầu người hoặc là 100lít cho một người, nếu dùng bể lọc sinh học nhỏ giọt.

Ngày nay đã có các phương án và cách xác định các trạm này một cách hợp lý hơn. Đó là nhờ:

Một mặt, trong khi giải thích nhiều hiện tượng, các nghiên cứu sinh học cho phép hoàn chỉnh các biện pháp xử lý cơ bản để loại trừ không chỉ ô nhiễm cacbon mà còn cả ô nhiễm nitơ và ô nhiễm phốtpho,

- Mặt khác, sự phát triển của ngành len men cho phép xác định một cách chính xác hơn các đặc trưng chính của một trạm xử lý: hệ thống thuỷ lực, quy mô công trình, nhu cầu oxy, việc sản xuất bùn....

2.1. Sự sinh trưởng lơ lửng (bùn hoạt tính)

2.1.1. Định nghĩa

Quá trình dùng bùn hoạt tính bao gồm chủ yếu hai giai đoạn :

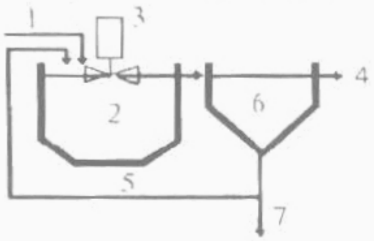
Giai đoạn cho nước cần làm sạch tiếp xúc với các kết bông vi khuẩn có oxy (sục khí), tiếp theo là giai đoạn tách ra khỏi nước các kết bông này (lắng, lọc trong). Thực chất đó chỉ là việc thúc đẩy mạnh hơn những gì xảy ra ở môi trường tự nhiên. Sự khác biệt ở đây là có mật độ vi khuẩn cao hơn và do vậy đòi hỏi một lượng oxy lớn hơn. Thêm nữa, để duy trì sự lơ lửng của các bông khuẩn trong bể, cần phải có sự khuấy trộn nhân tạo.

Phương thức này được ra đời vào ngày thứ sáu, 3/4/1914, khi hai nhà nghiên cứu người Anh là Edward Ardern và William Lockett trình bày tại Hội Hoá học Công nghiệp Luân Đôn, bản báo cáo về công trình của mình mang tựa đề "Những kinh nghiệm về sự oxy hoá nước thải không dùng bộ lọc".

http://tieulun.hopto.org

Mãi cho đến cuối đại chiến thế giới thứ hai, việc định hình các trạm xử lý nước vẫn còn rất thận trọng. Điều này chỉ được thực hiện sau khi xây dựng công trình có tốc độ xử lý cao do dùng tổ hợp các bể (cấp không khí, tiếp xúc oxy, oxy hoá nhanh) và phương thức "hấp thụ sinh học hoặc tiếp xúc ổn định"....

Một trạm xử lý nước bằng bùn hoạt tính luôn luôn bao gồm (hình 137):



1. Nước xử lý;
2. Bể làm thoáng;
3. Cung cấp ôxy và khuấy;
4. Nước đã trong;
5. Tuần hoàn bùn;
6. Bể lắng;
7. Xả bùn dư.

Hình 137. *Sơ đồ đơn giản của một hệ thống bùn hoạt tính*

- Một bể sục khí, ở đó nước cần xử lý tiếp xúc với các khối vi khuẩn làm sạch;

- Một bể lắng trong, ở đó thực hiện việc phân tách nước đã xử lý ra khỏi các bông vi khuẩn;

- Một thiết bị đưa bùn sinh học tuần hoàn từ bể lắng trong quay về bể sục khí. Điều này cho phép duy trì trong bể sục khí số lượng (hoặc mật độ) vi khuẩn cần thiết để bảo đảm độ làm sạch mong muốn;

- Một bộ thu hồi bùn dư thừa cũng có nghĩa là thu hồi số vi khuẩn tổng hợp thừa ra khỏi chất nền;

- Một thiết bị cung cấp ôxy vào khối vi khuẩn có trong bể sục khí;

- Một thiết bị khuấy trộn đặt trong bể sục khí. Thiết bị này sẽ đảm bảo sự tiếp xúc tốt nhất giữa các vi khuẩn và nước cần xử lý, như vậy tránh được sự ngưng đọng và tạo điều kiện cho ôxy khuếch tán đến mọi nơi cần thiết. Thông thường người ta dùng chỉ một thiết bị vừa để sục khí, vừa để khuấy trộn.

Người ta gọi bùn lơ lửng có chứa các vi khuẩn làm sạch ở trong bể sục khí là bùn hoạt tính. Việc cung cấp bùn hoạt tính cho trạm làm sạch nước là một đặc điểm quan trọng để phân biệt với các phương thức khác.

2.1.2. Các mối quan hệ cơ bản để khử ô nhiễm cac-bon hữu cơ

Để phục vụ cho công việc này người ta dùng các hệ số đặc trưng tuỳ thuộc vào bản chất của chất nền và vào trạng thái sinh lí của sinh khối.

2.1.2.1. Nhu cầu oxy và việc sản sinh bùn thừa dư

Trong môi trường hiếu khí, vi khuẩn tiêu thụ các chất hữu cơ có thể phân huỷ, xảy ra như sau:

- Một mặt, vi khuẩn tiêu thụ ôxy để thoả mãn các nhu cầu năng lượng, do sự sinh sản bằng cách phân chia tế bào (tổng hợp từ các chất sống) và do sự hô hấp nội bào của chúng (sự tự ôxy hoá của các tế bào);

http://tieulun.hopto.org

- Mặt khác có một lượng cơ thể sống và chất trơ dư thừa sinh ra. Đó là bùn thừa. Bằng thực nghiệm, khó có thể xác định được nồng độ có hiệu quả X_a của bùn hoạt tính. Ngược lại, người ta có thể đo được nồng độ chất dễ bay hơi X_v và nồng độ MES tổng hợp X_t (các chất khoáng và chất hữu cơ).

Để mô tả các hiện tượng này, người ta có thể lấy ví dụ sự phân rã của một phân tử hoàn toàn phân huỷ được, đó là glucô. Lúc đầu, nhờ sự hỗ trợ của nitơ có thể đồng hoá glucô biến đổi thành prôtêin tế bào mà công thức tổng quát là $C_5H_7NO_2$. Tiếp theo, prôtêin này được phân giải ngay trong tế bào để cung cấp năng lượng cho tồn tại. Có thể viết hai phản ứng này theo dạng sơ đồ như sau :

- Tổng hợp:

$$6C_6H_{12}O_6 + 4NH_3 + 16O_2 \rightarrow 4C_5H_7NO_2 + 16CO_2 + 28H_2O$$

- Sự tự ôxy hoá hoặc hô hấp nội sinh:

$$4C_5H_7NO_2 + 20O_2 \rightarrow 20CO_2 + 4NH_3 + 8H_2O$$

Rõ ràng là ở trạm làm sạch nước luôn tồn tại hai phản ứng này. Phản ứng thứ hai không bao giờ hoàn chỉnh vì nó tương ứng với thời gian lưu lại của bùn rất dài và dẫn tới cần thể tích bể rất lớn.

Nếu phản ứng thứ hai không được thực hiện hoàn toàn thì ít nhiều nó sẽ dịch chuyển sang bên phải tuỳ theo phương thức sử dụng.

Phản ứng càng dịch chuyển sang bên phải thì lượng bùn thừa sinh ra càng nhỏ nhưng lượng ôxy tiêu thụ lại càng nhiều.

Trong thí dụ trên đây, hiện tượng ôxy hoá hoàn toàn 6 phân tử glucô cần phải có 36 phân tử ôxy. 36 phân tử ôxy này tương đương với COD của 6 phân tử glucô hoặc còn tương đương với BOD cuối cùng. Trong 36 phân tử ôxy, 16 phân tử dùng cho sự tổng hợp và 20 phân tử cho sự hô hấp nội sinh.

Người ta gọi a'_u là tỷ số của BOD toàn phần dùng cho sự tổng hợp:

$a'_u = \frac{16O_2}{36O_2} = 0,45$; a'_u là tỷ số của BOD toàn phần được sử dụng cho ôxy hoá hoàn toàn các cơ thể sống;

$a_u = \frac{20O_2}{36O_2} = 0,55$; thông số a_m, được coi như là năng suất tạo ra tế bào của lượng BOD toàn phần đã bị khử. Đó là trọng lượng của các tế bào được tạo ra bởi lượng BOD toàn phần đã bị khử.

http://tieulun.hopto.org

Trong trường hợp này: $a_{mn} = \frac{4C_5H_7NO_2}{360_2} = 0,39$;

Như vậy, để phân huỷ 1g BOD toàn phần thì 0.39gr tế bào sống đã được tổng hợp.

• *Ứng dụng để xác định lượng ôxy cần thiết*

Lượng ôxy cần thiết đáp ứng cho 2 nhu cầu:

- Nhu cầu tổng hợp vi khuẩn. Nhu cầu này được thể hiện dưới dạng: $a'_u \times$ BOD toàn phần bị khử.

- Nhu cầu để hô hấp nội bào: Chúng ta đã thấy ở trong một trạm không phải toàn bộ số vi khuẩn tổng hợp bị ôxy hoá thành CO_2 và H_2O, chỉ một phần tỷ lệ b'_u của chất $4C_5H_7NO_2$ được chuyển hóa thành CO_2 và H_2O. Nói một cách khác, chỉ một phần tỷ lệ b'_u của $20O_2$ cần thiết cho sự ôxy hoá toàn bộ các vật chất sống là được cung cấp:

$$b_u = \frac{b_u}{4C_5H_7NO_2} \times 20O_2$$

Nhu cầu ôxy cho hô hấp nội bào có thể được biểu diễn dưới dạng:

$b_u \times$ khối lượng vật chất sống

Như vậy nhu cầu ôxy toàn bộ sẽ là:

($a'_u \times$ BOD toàn phần bị khử) + ($b'_u \times$ khối lượng chất liệu sống).

Trong các phép tính, nhu cầu ôxy được tính bằng kg/ngày.

Để thuận tiện, các trị số thường dùng là:

- a' liên quan tới BOD_5 chứ không phải tới BOD toàn phần;

- b'liên quan tới lượng chất dễ bay hơi (đôi khi là toàn bộ chất liệu) chứ không phải là lượng vật chất sống.

• *Ứng dụng để xác định lượng vi khuẩn thừa*

Có 2 yếu tố gây ra lượng bùn sinh học thừa:

- Lượng vi khuẩn sản sinh ở các phản ứng tổng hợp;
- Một lượng vi khuẩn bị mất đi ở các phản ứng hô hấp nội bào.

Lượng vi khuẩn sinh ra ở các phản ứng tổng hợp được biểu thị bởi: $a_m \times BOD_5$ đã được khử.

http://tieulun.hopto.org

Lượng vi khuẩn mất đi ở các phản ứng hô hấp nội bào: b × lượng bay hơi.

Tổng cộng có: a_m × BOD_5 bị khử − b × lượng bay hơi.

Lượng bùn sinh ra này được tính bằng kg MES/ngày. Cần phải tính thêm vào đây cả lượng chất lơ lửng không phân huỷ được có chứa trong nước thải trước khi xử lý.

Để thuận tiện hệ số a_m được thể hiện là có liên quan tới BOD_5 (không phải là BOD toàn phần) và hệ số b liên quan tới các chất liệu dễ bay hơi (chứ không phải là chất liệu sống).

Khi làm sạch sinh học nước thải đô thị với một công suất trung bình (xem phần dưới đây) các đại lượng sau đây là thích hợp để đánh giá nhanh:

a' = 0,5 kg/kg BOD_5.

b' = 0,1 kg/ngày cho 1kg chất bay hơi.

a_m = 0,6 kg/kg BOD_5.

b = 0,05 kg/ngày cho 1kg chất bay hơi.

2.1.2.2. Các thông số liên quan đến hoạt động của bể phản ứng sinh học

Trong xử lý nước, bể phản ứng sinh học được đặc trưng bởi 3 thông số cơ bản. Đó là:tải trọng của bùn hoạt tính (F/M khối lượng các chất nền trên khối lương bùn hoạt tính), khả năng lắng của bùn và độ tuổi của bùn.

• *Tỷ lệ F/M và tải trọng BOD hay COD*

Tỷ lệ F/M (hay tải trọng của bùn) là tỷ số của khối lượng thức ăn (thường được biểu thị bằng BOD_5) cấp vào bể trong một ngày và khối lượng của bùn hoạt tính có ở trong bể:

$$C_m = \frac{QS_0}{X_t.V} = \frac{F}{M}$$

Trong đó: Q - Lưu lượng trong 1 ngày;

S_0 - Nồng độ của chất nền;

X_t - Nồng độ của các chất lơ lửng (nồng độ bùn hoạt tính lơ lửng);

V - Thể tích bể.

Thay cho các chất lơ lửng X_t ta lấy các chất dễ bay hơi X_v đưa vào tính toán thì sẽ đúng đắn hơn. Khi đó ta có: $C_m = \frac{X_t}{X_v} C_m$; tuy nhiên trong thực tế người ta thường dùng đại lương C_m để tính toán tải trọng của bùn.

http://tieulun.hopto.org

Khái niệm tải trọng của bùn F/M này rất quan trọng đối với bùn hoạt tính vì nó xác định:

- Hiệu quả làm sạch: tải trọng của bùn F/M thấp tương ứng với hiệu quả làm sạch cao. Và tải trọng của bùn cao tương ứng với hiệu quả làm sạch thấp hơn.

- Sản sinh ra bùn sinh học thừa: với tỷ lệ hô hấp nội sinh thấp lượng bùn dư thừa sẽ nhiều hơn khi tỷ lệ hô hấp nội sinh cao vì lúc đó thiếu chất nền nên việc tạo ra khối vi sinh ít hơn.

- Độ ổn định của bùn: Sự hô hấp nội bào mạnh hơn làm cho các vi khuẩn được khoáng hoá tốt hơn - tải trọng của bùn thấp (F/M thấp) sẽ làm cho bùn thừa có khả năng lên men kém hơn.

- Lượng oxy cần thiết theo lượng chất ô nhiễm bị khử: so với tải trọng của bùn (F/M) tỷ lệ hô hấp nội bào tăng mạnh khi tải trọng bùn đưa vào bể thấp, do đó mức tiêu thụ oxy cho chất ô nhiễm được khử tăng cao.

Có thể phân loại các quá trình xử lý dùng bùn hoạt tính theo tải trọng của bùn (F/M) đi vào bể:

Một khái niệm khác về tải trọng bùn thường được sử dụng, đó là tải trọng theo thể tích.

Người ta gọi tải trọng theo thể tích C_v là lượng thức ăn cấp vào trong một ngày (thường được thể hiện bằng BOD_5) *trên một đơn vị thể tích bể*:

$$C_v = \frac{QS_0}{V}$$

Tải trọng của bùn tính kg BOD_5/kg MLSS (ngày)	Loại xử lý
$C_m < 0,15$	Tải trọng vào *trung bình*
$0,15 < C_m < 0,4$	Tải trọng bùn thấp (hoặc sục khí kéo dài nếu $C_m < 0,07$)
$0,4 < C_m$	Tải trọng vào cao

C_v thường được đo bằng BOD_5/m^3.ngày

• *Độ tuổi của bùn*

Độ tuổi của bùn là tỷ số giữa trọng lượng bùn có trong bể và trọng lượng bùn lấy ra khỏi bể trong một ngày.

Lượng bùn sinh học dư thừa trong một ngày đã trình bày ở trên.

Nếu gọi X_v là nồng độ của các chất dễ bay hơi trong bể sục khí và V là thể tích bể, ta có :

$$A = \frac{X_v \cdot V}{a_m.BOD_5 \text{ bị khử} - b.X_v.V}$$

Nếu gọi E là hiệu suất khử của BOD_5 sau khi đơn giản ta có:

http://tieulun.hopto.org

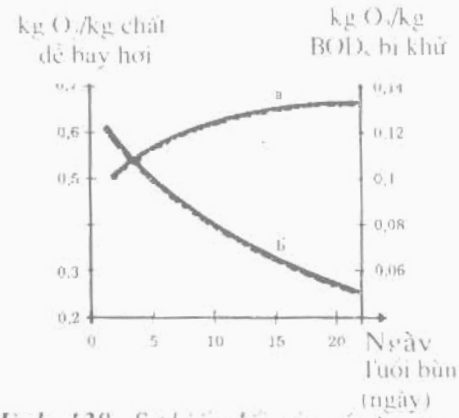
$$A = \frac{1}{a_m.E.C_m - b}$$

Như vậy độ tuổi của bùn tỷ lệ nghịch với tải trọng của bùn C_m. Khái niệm về độ tuổi của bùn đặc biệt quan trọng vì nó cho thấy trạng thái sinh lý của vi khuẩn; các hệ số hô hấp a' và b' đã xem xét trước đây đều liên quan chặt chẽ với khái niệm này. Hơn nữa, độ tuổi của bùn là điều kiện có tồn tại hay không tồn tại của các vi khuẩn có khả năng nitrat hoá (hình 139).

• *Khả năng lắng của bùn:* Một trạm dùng bùn hoạt tính hoạt động tốt đòi hỏi không chỉ bể sục khí mà cả bể lắng cũng phải hoạt động tốt. Để lắng có thể tách có hiệu quả vi sinh ra khỏi nước đã xử lý, các vi sinh này phải được kết bông một cách tốt nhất.

Các vi khuẩn có khả năng tạo bông trong những điều kiện nhất định. Chúng ta còn bàn luận tiếp về sự kết bông vi sinh.

Trong suốt giai đoạn tăng trưởng cấp số mũ, vi khuẩn được phân tán trong môi trường nuôi cấy. Vào thời điểm chuyển sang giai đoạn chậm dần, chúng kết lại thành bông có mầu nâu nhạt, thường có thể dài đến vài milimét. Nhìn trong kính hiển vi chúng có dạng phân nhánh như cái găng tay. Các vi khuẩn phát triển thành từng nhóm trong chất gelatin. Các bông này tồn tại ở giai đoạn chuyển hoá nội sinh. Nếu theo dõi sự biến đổi số phần trăm các vi khuẩn tự do, không có liên kết với bông và tuỳ theo độ tuổi của bùn, người ta thấy trị số tối thiểu đạt được trong khoảng từ 4 đến 9 ngày. Ngoài 9 ngày trở ra, mặc dù khả năng lắng nói chung vẫn còn tốt nhưng bắt đầu có sự rã bông do sự giảm kích cỡ bông và do các phần tử nhỏ bé thoát ra khỏi bông đã tăng lên (bông có đầu hình kim).



Hình 138. *Sự biến đổi của các hệ số a' và b' theo độ tuổi của bùn.*

Ngược lại dưới 4 ngày, các bông có tính hút nước mạnh sẽ lắng lọc kém và lượng vi sinh tự do tăng lên rất nhanh. Kết bông vi sinh là một hiện tượng phức tạp. Hiện nay, có thể xác định chắc chắn rằng:

- Kết bông vi sinh được điều khiển bởi trạng thái sinh lý của các tế bào;

- Kết bông vi sinh không phải là một đặc tính riêng chỉ của một sinh vật mà của khá nhiều vi sinh bình thường;

- Hiệu quả liên quan chủ yếu tới

http://tieulun.hopto.org

việc bài xuất polyme mà trong đó các polysacarit đóng một vai trò đặc biệt.

Một cách đơn giản và thực tiễn để đánh giá tính lắng lọc của bùn là xác định chỉ số MOHLMAN (SVI)

• *Sục khí:* Việc cung cấp ôxy vào nước được thực hiện bằng sự tiếp xúc của nước và không khí ở sâu trong lòng nước. Tại bề mặt tiếp xúc giữa 2 chất lỏng khí, một lớp nước đơn phân tử bão hoà ôxy được tạo ra, đồng thời bắt đầu sự khuếch tán khí đến các lớp nước ở sâu hơn.

Lượng ôxy khuếch tán trong 1 đơn vị thời gian là:

$$\frac{dm}{dt} = K_{L}.a\,\frac{dC}{dt}$$

Trong đó $K_L a$ là hệ số chuyển đổi.

Từ phương trình trên, người ta đưa ra định nghĩa công suất cung cấp oxy (CAP OX.) của hệ thống sục khí. Đó là lượng ôxy tính theo g/m^3 được cung cấp cho nước sạch trong thời gian một giờ ở nhiệt độ 10°C và áp suất khí quyển 760mm thuỷ ngân.

Phương trình sau đây cho phép tính giá trị của CAP.OX:

$$\frac{dC}{dt} = 11,25\,\frac{1}{t_1 - t_0}\log\frac{C_S - C_0}{C_S - C_t}\sqrt{\frac{k_{10}}{k_t}}$$

Trong đó: C_S - Nồng độ ôxy bão hoà, tính theo g/m^3;

C_0 - Nồng độ ôxy có trong nước khi bắt đầu quá trình thổi khí, tính theo g/m^3;

C_t - Nồng độ ôxy có trong nước sau thời gian thổi khí t giờ;

11,25 - Độ bão hoà ôxy ở 10°C , tính theo g/m^3;

$t_1 - t_0$ - Thời gian quan sát, tính theo giờ;

$\frac{dC}{dt}$ - OX tính theo g/m^3h;

k_{10} và k_t - Hệ số khuếch tán ở 10°C và t° C.

Nếu đặt: $C_S - C_0 = D_0$; $C_S - C_t = D_t$ là độ thiếu hụt ôxy tại thời điểm ban đầu và thời điểm t, ta có:

$$CAP.OX. = 11,25 \times 2,3\,\frac{1}{t_1 - t_0}\log\frac{D_0}{D_t}\sqrt{\frac{k_{10}}{k_t}}$$

http://tieulun.hopto.org

Mối quan hệ giữa D_0 và D_t biểu diễn trên toạ độ logarit là một đường thẳng phụ thuộc vào thời gian; độ dốc tgα của đường thẳng thể hiện tốc độ hoà tan của ôxy:

$$CAP.OX. = 25,9.tg\alpha \sqrt{\frac{k_{10}}{k_t}}$$

Lượng ôxy cung cấp phụ thuộc vào:

- Diện tích bề mặt ranh giới giữa không khí và nước và sự đổi mới của bề mặt này;
- Gradien giữa không khí và nước;
- Thời gian đủ để khuếch tán ôxy.

Tuy nhiên với những điều kiện này trị số tối ưu sẽ đạt được ở những giới hạn về vật lý và kỹ thuật.

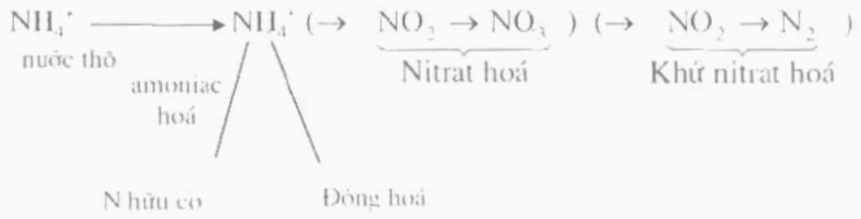
Kích thước các bọt khí là rất quan trọng. Tuy nhiên nó có giới hạn thấp vì dưới áp lực của nước, khí thoát ra khỏi lỗ ở dạng các bọt khí có đường kính cao hơn khá nhiều so với đường kính các lỗ rỗng. Thực tế các bọt khí tạo ra từ hệ sục khí bằng những vật thể rỗng có đường kính cỡ khoảng 1mm. các bọt khí nhỏ hơn chỉ có được bằng cách dãn nở nước đã bão hoà không khí dưới áp suất lớn (phương thức được sử dụng cho trạm tuyển nổi).

Hệ số chuyển đổi ôxy K_{la} là hàm số của các thể loại nước (nước sạch, nước thải chứa những chất lơ lửng hoặc chất hoà tan có các chất hoạt tính cao), được sục khí và của hình khối bể.

Nói chung, các hệ sục khí được so sánh theo công suất cung cấp oxy, tính theo m^3 nước sạch trong một giờ. Người ta cũng có thể biểu thị lượng cấp ôxy đơn vị của hệ thống bằng lượng ôxy cung cấp khi tiêu tốn 1kWh.

2.1.3. Quá trình nitrat hóa và khử nitrat hóa

Ở nước thải đô thị cũng như ở nhiều nước thải công nghiệp, nitơ tồn tại chủ yếu dưới dạng hữu cơ và amoni. Trong trạm khử nitơ, toàn bộ các phản ứng có thể được sơ đồ hoá như sau:



Nitơ đồng hoá = nitơ xâm nhập vào bùn dư thừa (tổng hợp vi khuẩn)

http://tieulun.hopto.org

Khi xử lý nước uống quá trình đồng hoá có thể bỏ qua. Như vậy để khử nitơ bằng sinh học cần có 4 phản ứng cơ bản.

2.1.3.1. Quá trình amôn hoá

Đó là sự biến đổi từ nitơ hữu cơ thành nitơ amoni. Tốc độ amoni hoá phụ thuộc chủ yếu vào nồng độ của nitơ amoni. Người ta dùng hằng số ức chế dạng Monod can thiệp vào quá trình này.

Như vậy, nếu gọi r_x là tốc độ amoni hoá, ta có:

$$r_x = \frac{r_x (N - NH_4 = O).K_n}{K_n + N^*}$$

Trong đó: N^* - Nồng độ nitơ amoniac;

K_n - Hằng số thực nghiệm, bằng 10mg/l;

$r_x (N - NH_4 = O)$ = 1,5mg N/g chất hữu cơ bay hơi h

Trong đa số các trường hợp có kể đến bản chất của nitơ hữu cơ, kể đến các thông số hoạt động của trạm và thậm chí kể đến thời gian nước lưu lại trong bể thì phần lớn nitơ hữu cơ được amoni hoá mà không có trở ngại .

2.1.3.2. Quá trình đồng hoá

Đó là việc sử dụng một phần nitơ amoni và có khi cả nitơ hữu cơ để tổng hợp vi khuẩn, đồng hoá có thể đóng vai trò quan trong trong việc khử nitơ ở một số nước thải công nghiệp. Nhưng trong nhiều trường hợp và đặc biệt là ở nước thải đô thị, sự đồng hoá - chỉ mình nó thôi không đủ để khử nitơ vì lượng nitơ có trong nước cần xử lý cao hơn nhiều so với lương nitơ được đồng hoá để tổng hợp vi khuẩn.

2.1.3.3. Quá trình nitrat hoá

Đó là sự oxy hoá nitơ amoniac thành nitrit và sau đó thanh nitrat. Nitrat hoá được thực hiện bởi các vi sinh tự dưỡng và theo hai giai đoạn:

- Ôxy hoá từ NH_4^+ thành NO_2^- : đó là thành quả chủ yếu của các vi khuẩn nitrit hoá, nitrosomonas;

- Ôxy hoá từ NO_2^- thành NO_3^- : các vi khuẩn có tác dụng trong giai đoạn này chủ yếu là loại vi khuẩn nitrat hoá, nitrobacter.

Phản ứng nitrat hóa tổng quát có thể được viết một cách đơn giản:

$$NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$$

Việc nitrat hoá chỉ có thể xảy ra nếu như ngay từ đầu nitơ tồn tại dưới dạng nitơ amoni. Tốc độ biến đổi từ amoniac thành nitrat khi dùng bùn hoạt tính là khoảng 3mg $N\text{-}NH_4^+$ oxy hoá thành NO_3^- cho 1g chất bay hơi, trong thời gian một giờ. Đó là một trị số khá cao.

http://tieulun.hopto.org

Thực sự, thời gian tạo ra các vi khuẩn nitrat hoá thường là thông số có tính bắt buộc nhất để xác định kích thước trạm trước khi nitrat hoá. Với các vi khuẩn này trị số được lấy như sau:

- Vi khuẩn nitrat hoá: μ_{max} = 0,03/h; (nitrobacter)
- Vi khuẩn nitrit hoá : μ_{max} = 0,08/h. (Nitrosomonas)

Trong những điều kiện đặc biệt (như xử lý nước uống ở nhiệt độ thấp có chứa ít amoni) thì thứ tự trên có thể ngược lại, nhưng nói chung mức độ tới hạn là các vi khuẩn ôxy hoá từ amoni thành nitrat.

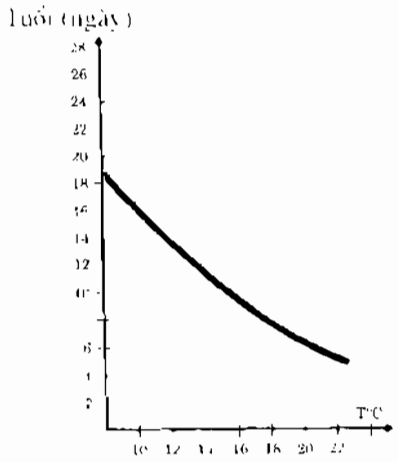
Độ tăng trưởng của các vi sinh dị dưỡng có ý nghĩa tới việc ôxy hoá ô nhiễm cacbon cao hơn so với độ tăng trưởng của các vi khuẩn nitrat hoá tự dưỡng. Do vậy, độ tuổi của bùn trong hệ thống xử lý đã lựa chọn có một hiệu quả nhất định đối với việc nitrat hoa, với độ pH nằm trong khoảng 7,2-8, độ tuổi nhỏ nhất của bùn phụ thuộc vào nhiệt độ theo biểu thức sau:

$$\Lambda_{min} = 6,5\ (0,914)^{T\ -\ 20}$$

Trong đó: T là nhiệt độ (°C); Λ_{min} là độ tuổi nhỏ nhất, xác định theo ngày để thúc đẩy việc nitrat hoá thành bùn hoạt tính

Hình 139 cho thấy độ tuổi của bùn phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ. Việc nitrat hoá ở nhiệt độ dưới 12°C hoặc 13°C chỉ thích hợp với các bể có tải trọng bùn F/M thấp.

Ở nhiệt độ dưới 8°C, khó tiến hành nitrat hoá. Ngược lại, nếu các vi sinh nitrat hoá phát triển từ trước và được nuôi cấy ở nhiệt độ bình thường thì giải pháp nitrat hoá lại có thể duy trì ở nhiệt độ rất thấp với hiệu suất ôxy hoá nitơ amoni giảm.



Hình 139. *Độ tuổi của bùn cần cho việc nitrat hoá*

Việc nitrat hoá đòi hỏi một lượng ôxy phụ trợ. Cho 1mg N (NO_3) sản phẩm cần có 4,6mg ôxy (hoặc chính xác hơn là 4,2mg có kể đến lượng ôxy được giải phóng bởi HCO_3). Các vi khuẩn nitrat hoá tuy nhiên ở mức độ nào đó lại có thể chịu đựng được những giai đoạn thiếu oxy.

Một điều quan trọng cần nhấn mạnh là sự phá huỷ tính kiềm. Khi độ pH giảm xuống dưới 7,2 thì độ tăng trưởng của các vi khuẩn nitrat hoá giảm khá mạnh. Vì phản ứng nitrat hoá tạo ra các ion H^+ nên tính kiềm của nước thải chưa xử lý sẽ là một yếu tố quan trọng để

http://tieulun.hopto.org

đánh giá. Tính toán và kinh nghiệm thực tế cho thấy để trung hoà các ion H^+ tạo ra bởi sự ôxy hoa 1mg $N\text{-}NH_4^+$ cần phải có 7,2mg kiềm tồn tại dưới dạng $CaCO_3$ (0,72°F). Điều đó cho thấy rằng ở các vùng có nguồn nước mềm, nếu không có một tác động thay đổi nào, thì việc nitrat hoá gây ra độ giảm pH nên không thể ôxy hoá hoàn toàn amoni.

Cuối cùng, các vi sinh nitrat hoá thường nhạy cảm với nhiều yếu tố môi trường mà chúng sống. Sự có mặt của một số hợp chất hữu cơ hoặc chất khoáng có thể làm biến đổi, thậm chí ức chế sự phát triển các vi khuẩn. Tình trạng tương tự cũng xảy Khi xử lý một số *nước thải công nghiệp*.

2.1.3.4. Quá trình khử nitrat.

Đó là quá trình mà ở đó các vi khuẩn khử nitơ-nitrit đến trạng thái ôxy hoá qua yếu

Các vi khuẩn có thể tự dưỡng nhưng hoạt động của chúng yếu. Đó là lý do vì sao người ta sử dụng các vi khuẩn dị dưỡng. Sự khử này xảy ra qua nhiều phản ứng khác nhau. Có thể hệ thống hoá các quá trình đó như sau:

$$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$$

Nhìn chung khi làm sạch nước thải, người ta lấy phản ứng sau đây:

$$NO_3^- + 6H^+ + 5e^- \rightarrow 0{,}5N_2 + 3H_2O$$

Nguồn cung cấp điện tử thường là từ cacbon hữu cơ hoặc là khi không có cacbon hữu cơ thì từ chính các vi khuẩn.

Có 4 thông số chủ yếu quyết định tốc độ quá trình khử nitrat. Đó là: nhiệt độ, lượng ôxy hoà tan, độ pH và nguồn cacbon hữu cơ.

• *Nhiệt độ*: Có thể biểu thị ảnh hưởng của nhiệt độ theo phương trình:

$$r_T = r_{20^\circ C} \cdot \theta^{(T-20)}$$

Trong đó:

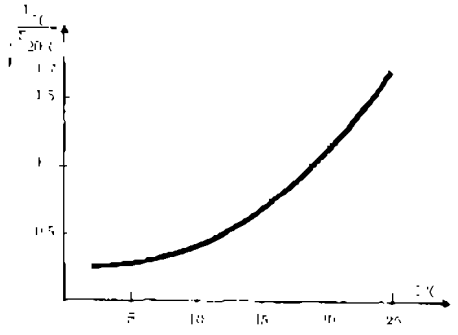
r_T và $r_{20^\circ C}$ - tốc độ khử nitrat ở nhiệt độ T° và nhiệt độ 20°C, đo theo mg $N\text{-}NO_3^-$ gram/mg M.V. trong 1h;

θ được xác định bằng thực nghiệm với nhiệt độ trong khoảng 5-27°C, $\theta = 1{,}116$

• *Lượng ôxy hoà tan*: Sự có mặt của ôxy làm ức chế quá trình khử nitrat. Thực vậy, các vi khuẩn khử nitrat thu hút năng lượng được giải phóng trong quá trình chuyển hoá các điện tử từ các hợp chất hữu cơ sang O_2, NO_2^- hoặc NO_3^-. Nếu cả 3 thành phần này đều có đầy đủ để tiếp nhận các điện tử thì

http://tieulun.hopto.org

thành phần được lựa chọn cuối cùng chắc chắn phải là thành phần cho năng lượng lớn nhất với một đơn vị chất hữu cơ bị ôxy hoá. Vì rằng với ôxy năng lượng này lớn hơn các chất khác, nên từ đó thấy rằng các điện tử chuyển đổi trước hết tới ôxy.



Hình 140 *Ảnh hưởng của nhiệt độ đến vận tốc khử nitrat*

Thực tế, khó mà tạo ra được nồng độ ôxy tới hạn làm ức chế sự khử nitrat vì trị số này phụ thuộc vào dạng kết bông và do vậy phụ thuộc vào khả năng chuyển đổi dễ dàng từ ôxy đến các vi khuẩn, các trị số này cũng phụ thuộc vào bản chất và nồng độ cacbon hữu cơ. Trong khi đó nồng độ oxy cao hơn 0,5mg/l đã gây ức chế khắp nơi. Một đại lượng cần thiết phải kể đến nữa là không phải đo lượng ôxy hoà tan mà là đo thế khử ôxy. Tuy rằng các trị số này trong thực tế thường khác nhau khá nhiều, song người ta có thể dự tính được rằng quá trình khử nitrat chỉ xảy ra nếu như điện thế khử ôxy thấp hơn 220mV.

- *Độ pH* Tối ưu là trong khoảng 7 và 8,2.
- *Nguồn chất nền chứa cacbon*

Chất nền chứa cacbon chịu ảnh hưởng bởi bản chất và nồng độ của chúng. Bảng dưới đây cho giá trị động học khử nitrat của một số chất nền, tính theo mg $N\text{-}NO_3$ được khử cho 1g MV và trong một giờ ở nhiệt độ 20°C, các trị số r_{20} áp dụng với bùn hoạt tính khử nitrat

Ethanon	5,1	Propinat	5,1	Butyrate	5,1	Hô hấp nội bào	1,5
Acetate	4,9	Methanol	2,5	Nước thải đô thị	3,3		

Khử nitrat bằng cách sử dụng cacbon hữu cơ chứa trong nước thải thành phố cho những trị số động học hợp lý hơn so với những trị số đạt được bằng các sản phẩm dễ bị phân huỷ. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, lượng cacbon hữu cơ chứa trong nước thải có thể không đủ để đạt được việc khử nitrat mạnh. Cuối cùng, cần lưu ý rằng việc dùng cacbon hữu cơ được giải phóng từ sự hô hấp nội sinh sẽ cho trị số động học với giá trị thấp.

Trong thực tế, kỹ thuật này đòi hỏi bể phải có dung tích lớn và ít được dùng.

http://tieulun.hopto.org

2.1.4. Quá trình khử photpho bằng sinh học

Khả năng thực hiện việc khử photpho bằng sinh học là mục tiêu của nhiều nghiên cứu khoa học. Đó là giải pháp không cần đến sự hỗ trợ của các chất phản ứng và thực tế là không sản sinh thêm lượng bùn dư thừa nào. Những nghiên cứu này thực sự đã bắt đầu vào giữa những năm 60 với công trình của Shapiro và Levin. Các ông nhận thấy rằng bùn hoạt tính không được sục khí thì giải phóng photpho và ngay khi nồng độ ôxy tăng lên bùn sẽ hấp thụ lại photpho. Nguyên tắc khử photpho bằng sinh học là sự tích luỹ photpho vào một khối vi sinh. Sự tích luỹ này có thể gây ra do:

- Hoặc là sự kết tủa hoá học của photpho vô cơ xung quanh vi khuẩn trong những điều kiện riêng biệt của môi trường hẹp;

- Hoặc chính bản thân các vi sinh tự tích lũy;

- Hoặc sự kết hợp của cả hai nguyên nhân trên

2.1.4.1. Quá trình kết tủa ngoài tế bào của photpho vô cơ

Nguyên nhân chính của việc tạo ra các kết tủa này có thể là sự tăng độ pH hoặc sự tăng nồng độ ion kết tủa. Nhiều khảo sát đã xác nhận điều đó. Thực vậy, các vi khuẩn nuôi cấy trong điều kiện kỵ khí sẽ giảm nồng độ canxi ngoại tế bào, trong khi đó chúng lại giải phóng photpho, kali và magiê (kali và magiê là những ion ổn định của polyphotphat nội tế bào). Do vậy, có thể là việc giải phóng các ion photphat làm giảm nồng độ canxi, và từ đó có giả thuyết về sự kết tủa. Khi không có ôxy, sự thay đổi độ pH gây ra do khử nitrat và do lên men axít sản phẩm hữu cơ, có thể tích lũy làm tăng nồng độ photpho và có thể làm tăng hoặc giảm hậu quả của chúng.

2.1.4.2. Tích lũy nội tế bào polyphotphat do vi sinh của bùn hoạt tính

Cùng với sự kết tủa ngoại tế bào dễ biến đổi, khó định lượng và khó kiểm soát, ngày nay đã xác định được các vi khuẩn tích luỹ polyphotphat (poly P) đã đóng vai trò chủ yếu.

Việc lưu giữ polyphotpho thường thực hiện được bằng vi sinh, đặc biệt là trong những trường hợp mất ổn định của môi trường dinh dưỡng. Môi trường này ngăn chặn việc tổng hợp axít nucleic. Polyphotphat đã tích luỹ được có thể dùng để dự trữ năng lượng so sánh được với mạch photphat ở hệ ATP/ADP, hoặc để dự trữ photpho. Các phân tích về cộng hưởng từ hạt nhân magiê (RMN) trên bùn photphat đã khẳng định sự hiện diện của một số lượng lớn poly P. Poly P chủ yếu tồn tại dưới dạng những hạt nhỏ được gọi là Volutin.

http://tieulun.hopto.org

2.1.4.3. Các yếu tố liên quan tới việc khử photphat bằng sinh học

Việc khử photphat bằng sinh học đòi hỏi sự lặp đi lặp lại các quá trình kỵ khí và hiếu khí. Tính lặp lại này làm thay đổi sự cân bằng en-zim để điều chỉnh việc tổng hợp poly P ở quá trình kỵ khí.

• *Giai đoạn kỵ khí*

Các vi khuẩn axetôn kỵ khí sử dụng lượng cacbon hữu cơ có sẵn (ví dụ cacbon hữu cơ có trong nước thải) để sản xuất ra axetat. Các vi khuẩn hiếu khí là những vi sinh đóng vai trò chủ yếu của quá trình tạo axít kỵ khí. Cần lưu ý rằng các nitrat tồn tại ở giai đoạn kỵ khí này cản trở việc sản sinh axetat. Điều đó được giải thích bởi khả năng khử nitrat của các vi khuẩn hiếu khí. Những vi khuẩn này chỉ tham gia vào quá trình chuyển hoá lên men khi có nitrat xuất hiện trong môi trường được coi là chất hấp thụ cuối cùng các Electron

Axetat sinh ra được các vi khuẩn của nhóm acinetobacter/moraxella sử dụng lại. Đó là những vi khuẩn tuyệt đối hiếu khí, chúng chỉ sử dụng một loại chất nền đã được giới hạn từ trước. Các vi khuẩn này tiêu thụ axetat, etanon, lactat, xitrat và một số axítamin, nhưng chúng không sử dụng đường hoặc các axít béo bay hơi có trọng lượng phân tử cao hơn trọng lượng phan tử của axít propionic. Axtat đã sử dụng bởi acinetobacter/moraxella được trữ lại ngay tại chỗ dưới dạng PHB (polyhydroxybutyrate). Năng lượng cần thiết cho việc tích luỹ này được lấy từ việc thuỷ phân poly P. Điều đó giải thích việc giải phóng mạnh photpho trong môi trường. Ở quá trình này, việc tạo axít là một bước có giới hạn. Vì vậy mà người ta không thu được axetat tự do ở những nơi kỵ khí.

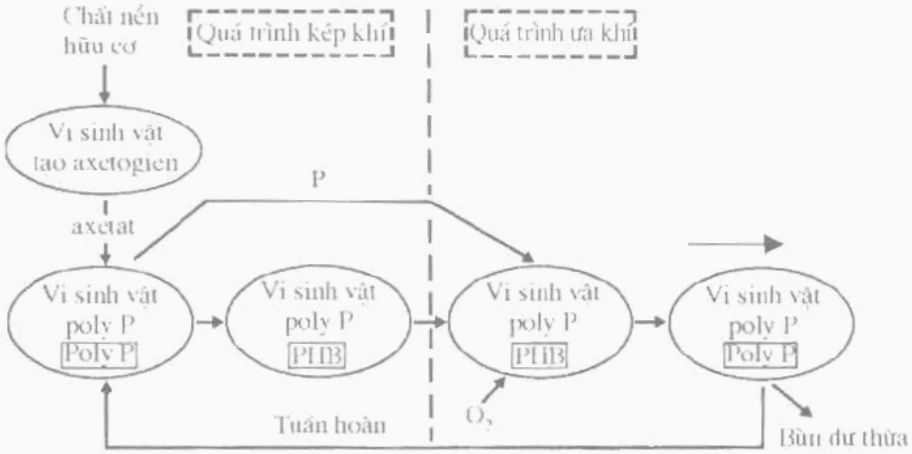
• *Giai đoạn hiếu khí.*

Các vi khuẩn acinetobacter/moraxella dùng các chất hấp thụ điện tử cho sự chuyển hoá của chúng (NO_3, oxy). Như vậy PHB được sử dụng như chất hữu cơ cho sự tăng trưởng của các vi khuẩn và cho sự khôi phục lại lượng dự trữ poly P bằng sự tái hấp thu photpho của khoảng trống. Việc tái hấp thụ được nên hanh từ khi chúng được giải phóng trong lúc kỵ khí - ưa khí. Như vậy bằng sự thay đổi liên tiếp các giai đoạn kỵ khí - ưa khí, người ta có thể đẩy mạnh việc tích luỹ photpho ở các vi sinh này cho tới khi đạt tới 10-11% trong lượng khô của chúng. Trong bùn hoạt tính khu photpho. Ở đây có các loại vi khuẩn khác thì giá trị này còn có thể đạt tới 7% trong lượng khô.

Lưu ý rằng ở quá trình hiếu khí các vi khuẩn dị dưỡng khác không tích luỹ poly P có thêm một tỷ lệ chất hữu cơ mà nó lại là chất kém phân huỷ nhất.

http://tieulun.hopto.org

Hình 141 cho ta tóm tắt các phản ứng.



Hình 141. *Các hiện tượng xảy ra khi khử photphat bằng sinh học*

Như vậy, đặc điểm chung của tất cả các phương pháp khử photpho sinh học là sự luân phiên thay đổi của quá trình kỵ khí và quá trình hiếu khí. Ở quá trình kỵ khí các vi khuẩn tiếp xúc với cacbon hữu cơ của nước thải, còn ở quá trình hiếu khí thì photpho đã bị khử trước đó được hấp thu trở lại.

Có thể phân loại các phương pháp này thành 2 nhóm lớn sau đây:

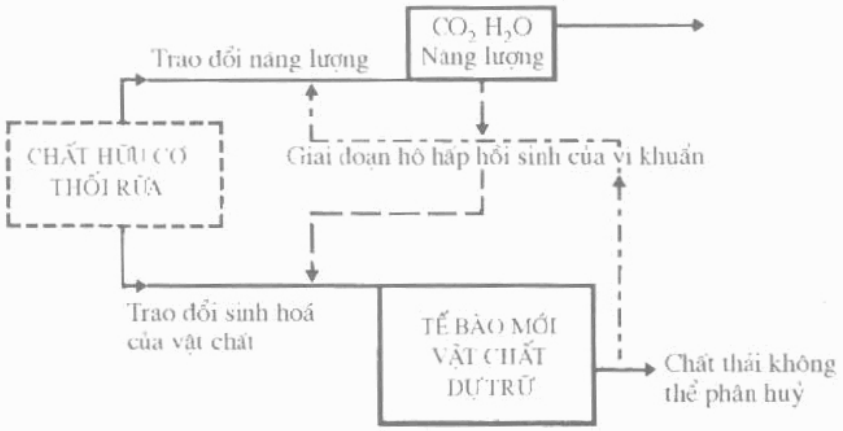
- Tất cả các phương pháp mà tại đây không có một chất phản ứng hoá học nào được thêm vào. Photpho được lưu giữ một cách "sinh học" ở trong bùn và do vậy chúng được thải ra cùng với bùn dư thừa. Như thế hiệu suất việc khử photpho phụ thuộc hoàn toàn vào lượng photpho chứa trong bùn và vào việc sản sinh ra bùn dư thừa.

- Tất cả các phương pháp có sự khử photpho hỗn hợp sinh học và hoá-lý. Photpho đã tích trữ bằng cách sinh học ở trong bùn được giải thoát vào một thể tích nước nhỏ. Do vậy ta thu được một nồng độ photpho cao trong nước ở các khe hở, sau đó dùng hóa chất để khử photpho của nước này.

2.1.5. Sự ổn định hiếu khí

Đây là phương pháp được dùng để giảm lượng MO của bùn và nó cũng thường được gọi là "sự phân huỷ hiếu khí". Bằng cách sục khí lâu trong bùn, các vi sinh ưa khí phát triển từ sau giai đoạn tổng hợp tế bào và từ khi cạn kiệt chất nền cho đến khi chúng thực hiện được sự tự ôxy hoá. Đó chính là cơ chế hô hấp nội sinh hiếu khí (hình 142).

http://tieulun.hopto.org



Hình 142. *Nguyên lý của sự ổn định bùn bằng biện pháp hiếu khí*

Cellulo tế bào (biểu thị bởi $C_5H_7NO_2$) được biến đổi theo phương trình:

$$C_5H_7NO_2 + 5O_2 \rightarrow 5CO_2 + NH_3 + 2H_2O$$

Sau đó amoniac có thể bị oxy hoá và do vậy người ta có được phương trình tổng quát:

$$C_5H_7NO_2 + 7O_2 \rightarrow 5CO_2 + NO_3^- + H^+ + 3H_2O$$

Nếu như nước thải không đủ độ kiềm thì độ giảm pH có thể sẽ cao.

Sự ổn định hiếu khí thường được áp dụng nhiều cho bùn hoạt tính. Tuy nhiên nó cũng có thể được áp dụng cho bùn lắng lọc đơn giản (sơ cấp) cũng như cho các màng sinh học do các chất phản ứng và các vi khuẩn ở trạng thái đính bám tạo ra. Tỷ lệ giảm MO (E%) biến động rất lớn. Nói chung có thể biểu diễn E% dưới dạng:

$$E = p.\log t + q$$

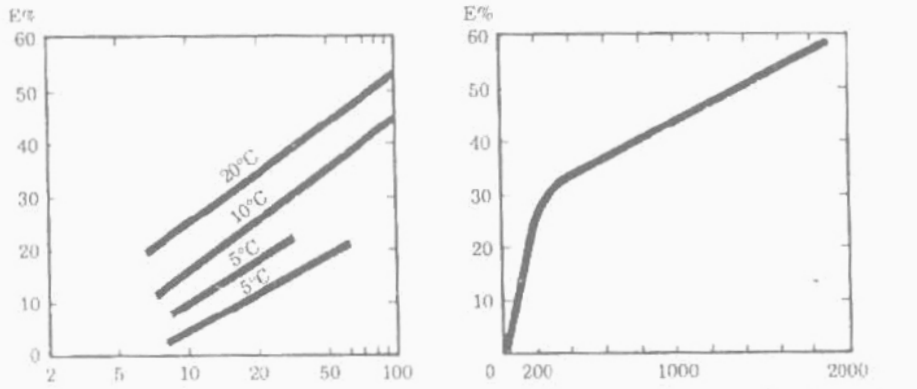
Trong đó : t - thời gian ổn định.

Hình 143a cho thấy sự biến đổi này với bùn hoạt tính có độ tuổi 5 ngày, và bùn được lấy từ nước thải công nghiệp không được lắng lọc.

Tuỳ theo loại bùn, nhu cầu ôxy với thời gian ổn định 15 ngày ở nhiệt độ 15°C biến đổi từ 0,1 đến 0,15kg O_2 trong một ngày và cho 1kgMV. Lượng ôxy tiêu thụ ở đây cũng phụ thuộc vào nhiệt độ.

Theo KOERS và MAVINIC, tích số (nhiệt độ °C × thời gian ổn định) cho phép dùng để tính tốc độ giảm chất hữu cơ của cùng một loại bùn (xem hình 143b).

http://tieulun.hopto.org



a. Thời gian ổn định (ngày)

b. Nhiệt độ (°C) × thời gian ổn định (ngày).

Hình 143. *Sự biến đổi của tỷ lệ giảm MO E% khi ổn định ưa khí.*

Để đánh giá độ ổn định của bùn người ta đã đề xuất nhiều tiêu chuẩn định lượng khác nhau:

- Mức độ hô hấp của bùn: 0,1kg O_2/ kg MO trong 1 ngày ở 20°C.

- Độ giảm trọng lượng dưới 10% sau 120h sục khí ở 20°C (trong môi trường có lượng ôxy 2mg/*l*). Một phương pháp kiểm tra nữa được đề nghị là đánh giá lượng axít bay hơi được tạo thành và lượng nitơ đã amoniac hoá trên 1g MO được giữ ở trạng thái kỵ khí.

- Thuật ngữ "phân huỷ nhiệt hiếu khí" được dùng để chỉ quá trình ổn định bằng cách hạn chế lượng nhiệt tổn thất nó cho phép tận dụng đặc tính toả nhiệt của phản ứng oxy hoá MO và cho phép đưa nhiệt độ bùn lên trên 50°C.

2.2. Sinh trưởng dính bám

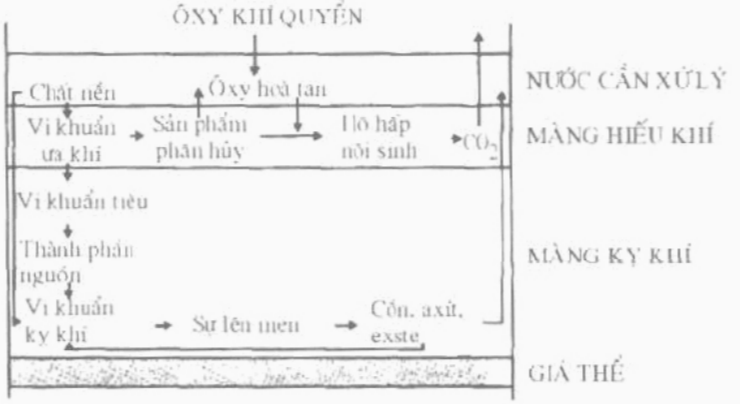
2.2.1. Màng sinh học

Phần lớn các vi sinh có khả năng phát triển trên bề mặt của một vật rắn khi chúng có các hợp chất hữu cơ, muối khoáng và ôxy. Việc dính bám được thực hiện nhờ một chất phụ trợ là keo động vật có gốc từ exopolymères gelatin do các vi khuẩn sinh ra và bên trong chất keo đó các vi khuẩn có chuyển động nhất định. Việc xâm chiếm bề mặt lúc đầu được thực hiện ở một số điểm và từ những điểm này màng sinh học tiếp tục phát triển cho đến khi toàn bộ bề mặt giá thể được bao phủ một lớp đơn tế nào. Từ lúc đó trở đi, các tế bào mới sinh ra và lại bao phủ lên lớp ban đầu.

Ôxy và các thức ăn đồng hoá được lấy từ nước cần xử lý chuyển vận và khuếch tán qua bề dầy lớp màng sinh học cho tới chừng nào mà các đám tế bào ở sâu nhất không được tiếp xúc với ôxy và thức ăn đồng hoá trực tiếp

http://tieulun.hopto.org

nữa. Sau một thời gian nhất định sẽ xuất hiện sự phân tầng với lớp hiếu khí chồng lên lớp kỵ khí, ở lớp hiếu khí có sự khuếch tán ôxy, lớp kỵ khí ở sâu hơn và không có ôxy. Chiều dày của hai lớp này thay đổi theo loại thiết bị phản ứng và giá thể (hình 144).



Hình 144. *Mặt cắt của màng sinh học*

Việc ứng dụng kỹ thuật màng sinh học vào xử lý nước cho thấy rằng:

- Chừng nào màng sinh học có đô dày mà ôxy trở nên hạn chế ở các lớp sâu nhất thì tỷ lệ sử dụng chất nền sẽ ổn định tại một hằng số. Chiều dày có hiệu quả là khoảng 300 - 400μm;

- Nói chung các vi khuẩn dính bám trên giá thể có hoạt động cao hơn so với hoạt động của vi khuẩn ở trạng thái bông lơ lửng.

2.2.2. Bể lọc nhỏ giọt

Đôi khi các bể này còn được gọi là bể lọc sinh học như kiểu phin pha cà phê, tương đương với từ tiếng Anh "biofilter". Nguyên tắc hoạt động của chúng là cho nước cần xử lý chảy trên các vật liệu đỡ có diện tích đơn vị khoảng 50-200m^2/m^3 nhằm hỗ trợ cho các vi khuẩn tạo ra được màng có một độ dày nào đó ở các vật liệu này. Tuỳ theo các vật liệu sử dụng mà người ta chia ra:

- Lọc nhỏ giọt khuẩn dùng vật liệu đỡ truyền thống. Trong trường hợp này các vật liệu được dùng là puzolan, than cốc lò luyện kim, hoặc sỏi silic nghiền có độ rỗng khoảng 50%. Loại lọc sinh học này đã được sử dụng nhiều để xử lý nước thải đô thị;

- Lọc nhỏ giọt dùng chất dẻo làm giá thể: thường được áp dụng để xử lý nước thải công nghiệp, các vật liệu dẻo này được xếp đặt tự do hoặc có trật tự với độ rỗng trên 90%.

Khi chất nền không còn khuếch tán tới nữa, các vi sinh có trong lớp kỵ khí sẽ bị chết và tự tiêu đi. Do vậy xuất hiện những khoảng trống tế bào cho

http://tieulun.hopto.org

các vi sinh hiếu khí hoặc kỵ khí khác. Khi chất nền thực sự cạn kiệt, việc tiêu huỷ các tế bào còn lại làm cho màng sinh học bị tách rời từng vùng ra khỏi bề mặt. Bề mặt này sẵn sàng tiếp nhận các vi sinh mới. Sự phân tách màng sinh học được tạo ra và thúc đẩy bởi dòng nước chảy qua bề mặt.

Dù cho vật liệu sử dụng là gì thì tất cả các lớp lọc sinh học kiểu tưới nước đều hoạt động theo cùng một nguyên tắc. Sục khí thường dùng là thông gió tự nhiên. Thông gió cưỡng bức với dòng chảy ngược chiều ít được dùng hơn.

2.2.2.1. Những phương trình cơ bản

Lượng BOD được khử trong bể lọc nhỏ giọt phụ thuộc vào loại nước cần xử lý, lưu lượng nước, nhiệt độ và loại giá thể sử dụng. Cho rằng ở bể lọc nhỏ giọt vi sinh ở giai đoạn tăng chậm dần, ta có công thức:

$$\frac{S_t}{S_0} = \exp.(-k_1 t)$$

Trong đó: S_t - Lượng BOD_5 của nước đã lọc trong;

S_0 - Lượng BOD_5 hoà tan của nước cấp vào;

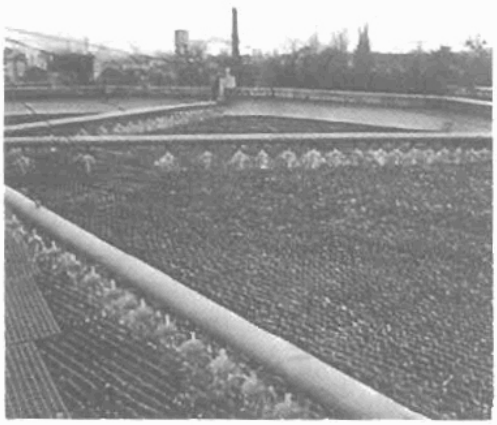
t - Thời gian lưu lại của nước ở bể lọc sinh học;

k_1 - Hệ số phụ thuộc vào:

+ Nhiệt độ nước;

+ Vật liệu làm giá thể;

+ Đặc tính của nước cần xử lý.



Hình 145. *Ảnh của lớp lọc trong bể lọc nhỏ giọt*

Trị số thời gian trung bình được xác định theo công thức:

$$t = k_2 . \frac{H}{Q^n}$$

Trong đó:

H - Chiều cao của lớp lọc;

Q - Lưu lượng tưới trên diện tích nằm ngang;

k_2 , n - Hằng số.

Từ đó ta có:

$$\frac{S_t}{S_0} = \exp(-k_1 k_2 . \frac{H}{Q^n})$$

http://tieulun.hopto.org

2.2.2.2. Bể lọc sinh học dùng vật liệu truyền thống

Với vật liệu truyền thống, với độ cao của lớp lọc là 2m, khi tải trọng vào với khối lượng lớn (tính theo kg BOD_5 cho $1m^3$ vật liệu trong một ngày), hiệu suất làm sạch tương đối thấp (66%). Trong trường hợp này hiệu suất có thể tăng lên bằng cách tuần hoàn lại nước đã lọc qua bể sinh học. Việc tuần hoàn này nhằm hoà loãng nguồn nước cấp vào.

Các phương trình kinh nghiệm đã được thiết lập cho trường hợp nước thải sinh hoạt. Với lượng nước vào tối đa, độ tuần hoàn khoảng $1,13m^3/m^2.h$, RANKIN đề xuất các phương trình sau:

- Một cấp lọc sinh học nhỏ giọt duy nhất: $$S_1 = \frac{S_0}{2r+3}$$

- Hai cấp lọc nhỏ giọt: $$S_{t_1} = 0,5S_0$$

$$S_1 = \frac{S_{t_1}}{2r+2}$$

Với r là tỷ lệ tuần hoàn. Tuỳ theo tải trọng đưa vào người ta phân biệt bể lọc có tải trọng vào nhỏ và bể lọc có tải trọng vào lớn. Đặc tính hoạt động của chúng với nước thải thành phố như sau:

Tải trọng cấp vào	Nhỏ	Lớn
- BOD (kg/m^3 ngày)	0,08 - 0,15	0,7 - 0,8
- Lượng nước cấp vào ($m^3/m^3.h$)	< 0,4	> 0,7

Nói chung, bể lọc có tải trọng vào với khối lượng lớn, cần có sự tuần hoàn. Trong trường hợp này lượng nước cấp cần bảo đảm sao cho có sự đồng nhất của quần thể các vi khuẩn ở các cao độ khác nhau. Sự tự làm sạch của giá thể lọc mà trên giá thể đó chỉ tồn tại một lớp màng hoạt tính mỏng sẽ tạo ra sự trao đổi nhanh chóng và thúc đẩy mạnh mẽ và làm cho giá thể không bị tắc nghẽn do cellulo của tế bào tạo nên. Việc khoáng hoá (ổn định) xảy ra trong các thiết bị tiếp theo của hệ thống ví dụ sau lọc sinh học nước sang bể lắng thu cặn đã lắng rồi đưa chung tới nơi xử lý bùn. Ở bể lọc sinh học có tải trọng cao, ở các sinh vật ăn mòi hoạt động kém. Ngược lại, ở bể sinh học có tải trọng thấp, bùn tạo ra có xu hướng tập trung trong lòng chất tiếp xúc sẽ không được thau rửa thường xuyên. Tại đây hoạt động của các sinh vật ăn mòi là chủ yếu và với sự hô hấp nội bào của các vi khuẩn, chính hoạt động này hạn chế sự phát triển thái quá của lớp màng. Nếu nước cấp vào có lượng cacbon hữu cơ đủ nhỏ thì việc nitrat hoá có thể xảy ra. Trên hình 146 là

http://tieulun.hopto.org

đường cong thu nhận được với các ERU đã lắng ở 15°C (G. MARTIN). Đường cong này cho trị số hiệu suất khử NTK phụ thuộc vào tải trọng của bể lọc nhỏ giọt khi vật liệu tiếp xúc (giá thể) là puzolan.

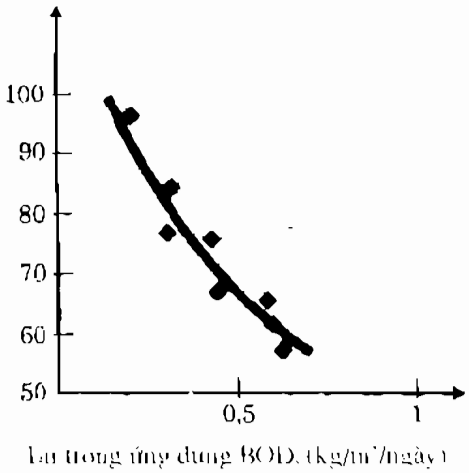
Không giống với những gì thu được ở bùn hoạt tính, việc nitrat hoá không phải là việc một mất một còn bởi vì vi sinh bị phân tầng theo toàn bộ, nó được tạo ra do sự phân tầng các vi sinh theo chiều cao. Phần nằm ở phía trên bao gồm các vi sinh dị dưỡng, phần thấp hơn là các sinh vật tự dưỡng. Trái ngược với bùn hoạt tính, thông số tới hạn không phải là độ tuổi của bùn nữa mà là động học nitrat hoá.

Do có một lớp dày váng keo khuẩn gắn trên mặt vật liệu tiếp xúc và do sự cấp oxy thường là không đủ nên xảy ra sự nitrat hoá riêng phần ở bể lọc sinh học. Sự khử nitrat này được thuận lợi nhờ có vòng tuần hoàn và nó được thực hiện chủ yếu ở các lớp phía trên vì tại đó cacbon hữu cơ của nước thô là có sẵn. Bùn của bể sinh học tải trọng thấp thường được khoáng hoá tốt và đôi khi chúng được thải vào kênh tháo nước mà không cần đến giai đoạn lắng cuối cùng. Nếu người ta cho phép, theo định kỳ bùn được xả cùng với nước thải đã xử lý vào nguồn tiếp nhận.

Tuy rằng có hiệu suất cao (95% đối với BOD_5) nhưng do có nguy cơ bị tắc nghẽn, do ruồi sinh sản nhanh chóng và do giá cả nên bể lọc nhỏ giọt tải trọng thấp ít được áp dụng. Bể lọc sinh học có tải trọng cao có tuần hoàn lại, thường được sử dụng để khử ô nhiễm cacbon hữu cơ.

• *Sự tuần hoàn*. Sự tuần hoàn có nhiều ưu điểm:

Có sự tự rửa của bể sinh học nhỏ giọt;



Hình 146. *Khử NTK ở lớp lọc vi khuẩn truyền thống*

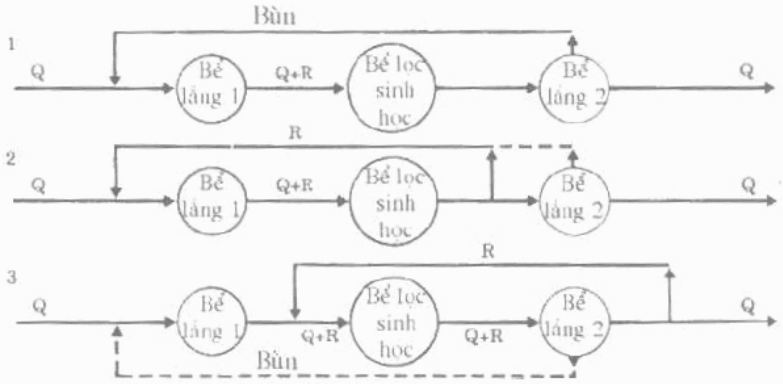
- Có sự cấy khuẩn của nước đã lắng;

- Có sự hoà loãng nước thải có nồng độ BOD cao.

Có nhiều cách để thực hiện việc tuần hoàn này (hình 147).

Cách tuần hoàn số 1 là thông dụng nhất. Bùn thứ cấp được tuần hoàn liên tục. Lượng bùn tuần hoàn được lấy ở đáy bể lắng trong. Bể lắng đợt 2 có diện tích tính toán đủ để tạo ra vận tốc dòng đi lên tương ứng với lưu lượng nước cần xử lý Q. Ngược lại, bể lắng đợt một cần phải tính với lưu lượng Q(1 + r), với r là tỷ lệ tuần hoàn.

http://tieulun.hopto.org



Hình 147. *Các cách tuần hoàn ở bể lọc sinh học*

Vật liệu tiếp xúc làm giá thể phải sạch và khó bị vỡ vụn. Kích thước của chúng phải đều và nằm trong khoảng 40-80mm. Độ rỗng khoảng 0,5. Nếu kể đến sự tồn tại của màng sinh học thì độ rỗng này có giới hạn khoảng 0,15 lần độ rỗng tự do để thông khí. Dù vật liệu truyền thống là loại vật liệu gì thì cũng cần đặt bộ lọc sơ cấp ở đầu nguồn để tránh tắc nghẽn do các chất lơ lửng có kích thước lớn của nước thải gây ra.

2.2.2.3. Bể lọc sinh học với vật liệu chất dẻo

Để xử lý nước thải công nghiệp với một hàm lượng BOD cao, chẳng hạn như nước thải công nghiệp thực phẩm và nông nghiệp, bể lọc sinh học dùng vật liệu truyền thống thường ít được sử dụng. Lý do là chúng dễ bị nghẽn và màng sinh học dạng sợi phát triển quá mức.

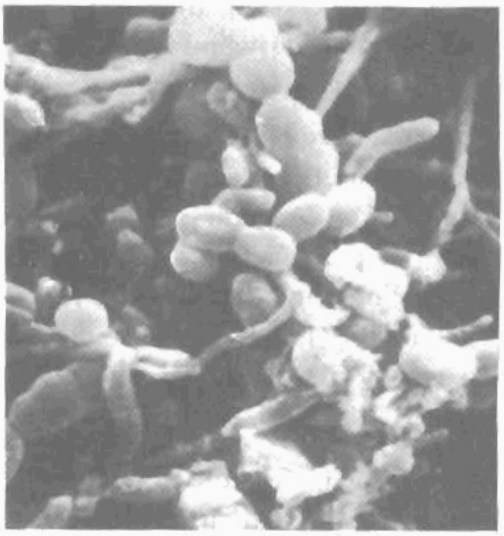
Vật liệu tiếp xúc là chất dẻo cho phép giảm một cách đáng kể những sự đe dọa trên và cho ta hệ số trao đổi ôxy cao hơn. So với bể lọc sinh học dùng vật liệu truyền thống thì bể lọc dùng vật liệu dẻo được ứng dụng rộng rãi hơn vì:

- Chúng có thể làm việc với tải trọng cao hơn nằm trong khoảng 1-5kg/m^3ngày của lượng BOD_5, đôi khi còn cao hơn;

- Giá thành của vật liệu dẻo cao nên đòi hỏi phải sử dụng chúng cho bể lọc sinh học có tải trọng cao. Trong những điều kiện đó hiệu suất khử BOD_5 không đủ để làm sạch nước thô cho phù hợp với tiêu chuẩn đang được áp dụng vì chúng dao động trong khoảng 50-80% tuỳ theo kiểu đưa nước vào xử lý và tuỳ theo tải trọng được chọn. Do vậy mà tiếp theo bể lọc sinh học vật liệu dẻo người ta thường lắp thêm bể xử lý truyền thống, kiểu bùn hoạt tính.

http://tieulun.hopto.org

Cách sắp xếp tự do dễ tạo ra sự tắc nghẽn hơn cách sắp xếp có trật tự. Vì vậy cách sắp xếp tự do chỉ dùng cho nước ít bị ô nhiễm và không có cặn dạng sợi hoặc mỡ.



Hình 148. *Ảnh phóng to của màng sinh học ưa khí trên vật liệu dạng hạt*

Một ứng dụng khác là chúng được dùng ở các trạm lọc nitrat hoá đặt ở cuối cấp xử lý bằng bùn hoạt tính. Tỷ lệ nitrat hoá với ERU là khoảng 100g N-NH_4/m^3ngày ở 20°C và 50g N-NH_4/m^3ngày ở 15°C.

2.2.3. Bể lọc với lớp vật liệu hạt

Hoạt động phụ thuộc đặc biệt vào bề mặt trao đổi với chất nền và với ôxy. Do trạng thái kết bông của các vi khuẩn trong bùn hoạt tính bề mặt này bị hạn chế nhiều. Trạng thái kết bông là cần thiết nếu muốn có được sự phân tách tốt giữa bùn và nước đã xử lý ở công trình phân tách cuối cùng. Kết bông càng nhiều thì sự khuếch tán cuối của chất nền và của ôxy tới các vi khuẩn nằm ở bên trong càng chậm. Ở các bể lọc sinh học, bề mặt tạo ra từ vật liệu tiếp xúc, tính cho m^3 bể phản ứng, có diện tích khá nhỏ. Trong công nghiệp, nước cần xử lý cũng khó chảy qua khắp cả màng sinh học. Từ đó dẫn đến một ý tưởng là gắn kết các vi sinh vào các hạt với kích thước hiệu quả nhỏ hơn 4 hoặc 5mm. Các hạt này tạo ra diện tích bề mặt đơn vị (và kéo theo là bề mặt trao đổi) cao hơn nhiều so với bề mặt ở các giải pháp khác.

Ví dụ một bể lọc sinh học BIOLITE với TE 2,7mm, tạo ra bề mặt trao đổi đến 700m^2/m^3. Lớp lọc rồi dùng vật liệu tiếp xúc có TE là 375µm, khi nở 100% tạo ra bề mặt trao đổi đến 6.500m^2/m^3 so với bề mặt 100 hoặc 200m^2/m^3 do bể lọc sinh học dùng vật liệu dẻo tạo ra.

Bề mặt có thể làm việc với tải trọng BOD_5 cao và có hiệu suất xử lý với nước thải đô thị, chỉ cần một cấp, nó cho phép có được nước sau xử lý thoả mãn tiêu chuẩn nước xả thông thường.

Có thể chia bể lọc sinh học bằng vật liệu hạt thành hai nhóm lớn:

- Các bể mà ở đó cùng với lọc sạch sinh học, người ta còn bảo đảm giữ lại lượng MES đã tồn tại từ đầu trong nước thô cũng như lượng bùn thừa sinh ra. Đó là bể có các lớp hạt cố định, còn gọi là bể lọc sinh học;

http://tieulun.hopto.org

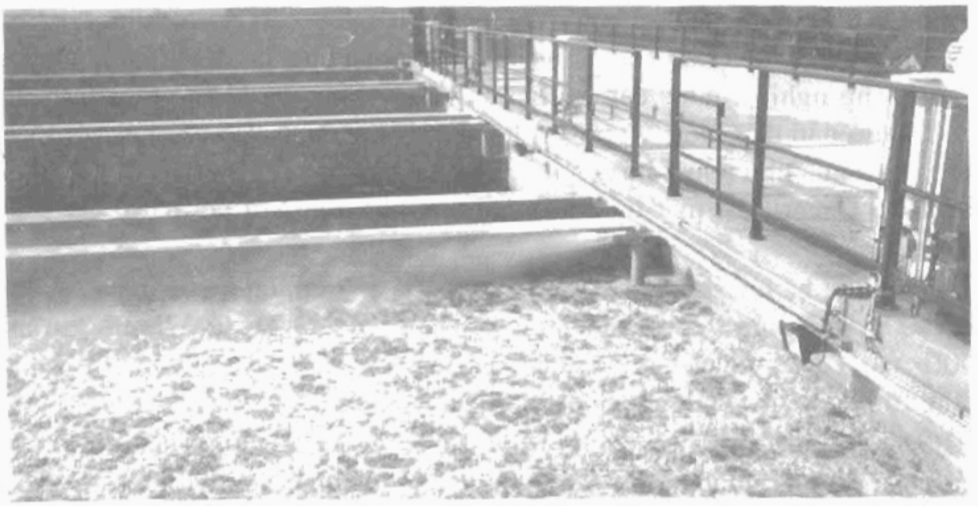
- Các bể mà ở đó bể phản ứng sinh học chỉ đảm nhận việc làm sạch sinh học. Việc phân tách MES được thực hiện bởi một công trình ở hạ lưu. Trường hợp này, để tối ưu hoá bề mặt trao đổi giữa vi khuẩn và chất nền, ta dùng các hạt rất nhỏ và chuyển động. Bể có các lớp hạt chuyển động.

Tuỳ theo chiều chuyển động của dòng nước, các bể phản ứng có lớp hạt cố định có thể có dòng nước từ trên xuống hoặc từ dưới lên. Theo chiều chuyển động tương đối giữa dòng nước cần xử lý và dòng khí ôxy hoá, người ta còn phân biệt bể phản ứng cùng chiều và bể phản ứng ngược chiều. Vật liệu hạt được tái sinh bằng cách thau rửa ngay ở trong bể (hình 149). Lưu ý rằng nguyên tắc lọc của bể lọc có lớp hạt cố định về mặt lý thuyết có thể mở rộng cho các lớp hạt di động làm bằng các viên bi có trọng lượng riêng nhỏ.

Các lớp lọc hạt di động có thể là:

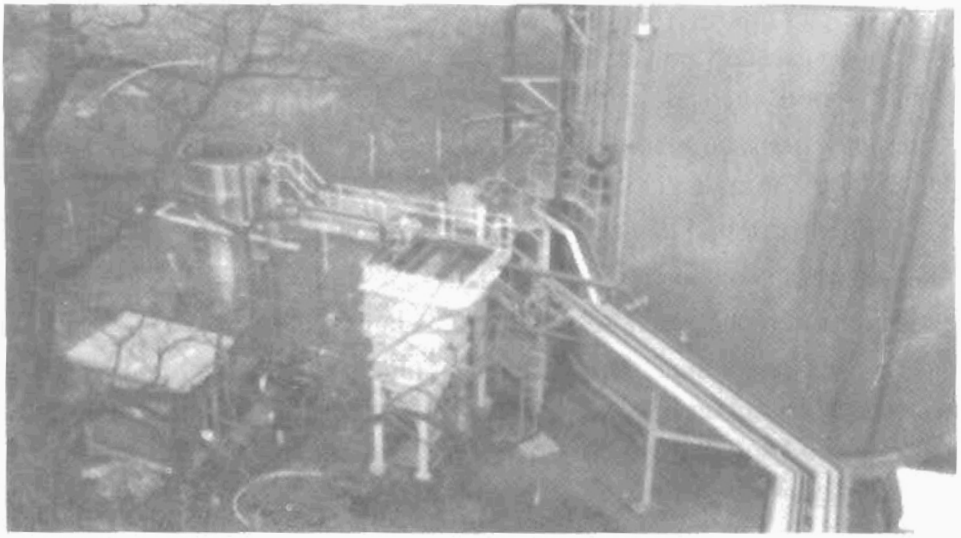
- Kiểu tầng sôi (hòa lỏng lớp hạt, tức là cho các hạt lơ lửng trong nước đi lên) có ôxy hoà tan trong nước tuần hoàn. Để kiểm soát sự phát triển của màng sinh học, cần có hệ thống thải, tẩy rửa và tuần hoàn vật liệu hạt. Tải trọng BOD hạn chế bởi khả năng cấp ôxy;

- Kiểu rối với việc đưa thẳng không khí vào bể phản ứng (hình 150). Một bể lắng cần đặt ở cuối nguồn, hiệu suất làm sạch bị hạn chế.



Hình 149. *Bể phản ứng có lớp hạt cố định đang rửa (NITRAZUR). Công thức của LOUVECIENNES (Yvelines). Nitrat hoá nước ngầm. Lưu lượng tối đa: 5.000m³/h*

http://tieulun.hopto.org

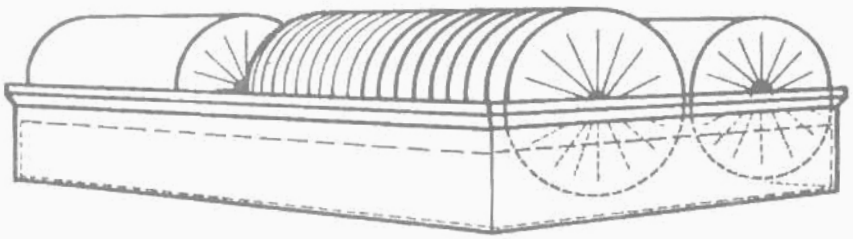


Hình 150. Bể phản ứng hiếu khí có lớp hạt rời, xí nghiệp đường BEGHIN- SAY, nhà máy THVMERIE (Bắc)

2.2.4. Các hệ thống khác

2.2.4.1 Đĩa sinh học

Kĩ thuật này được gọi theo tiếng Anh là Rotating Biological Contactor (RBC) có từ thế kỷ 19 với công trình của ông Weigrand về khả năng làm sạch của các bánh xe cối xay nước. Vi khuẩn được gắn kết trên các đĩa quay quanh một trục nằm ngang và một phần đã được nhúng trong nước cần xử lý (hình 151). Như vậy khi đĩa quay, các vi khuẩn sẽ luân phiên tiếp xúc với nước cần xử lý và với ôxy trong không khí.



Hình 151. Đĩa sinh học

Một động cơ điện đảm nhiệm việc quay các đĩa. Một số giải pháp dự kiến hỗ trợ cho việc quay và cho việc cung cấp ôxy bằng cách bơm không khí vào

http://tieulun.hopto.org

dưới các gàu của một số đĩa. các đĩa này được làm bằng polystiren, nhựa PVC hoặc các tấm polyetylen lượn sóng và có đường kính 2-3m đặt cách nhau 2-3cmvà có tốc độ quay 1-2 vòng/phút.

Bể lắng trong có kích thước sao cho vận tốc đi lên của dòng nước có thể đạt tới trị số 2m/h để giữ lại bùn thừa.

Do không có sự khuấy trộn trong bể làm thoáng nên:

- Cần có bể lắng sơ cấp;

- Không cho phép tuần hoàn bùn sau bể lắng.

Các giải pháp thực tiễn thường có nhiều cấp đĩa. Những cấp đĩa đầu nhằm để khử cacbon hữu cơ. Các cấp cuối dành cho việc nitrat hoá. Lượng nước vào đo bằng g BOD_5/m^2 đĩa/ngày. Tải trọng BOD_5 ít khi vượt quá 25-30g/m^2ngày. Với tải trọng BOD nhỏ thì sự nitrat hoá là đáng lưu ý nhưng chúng lại dễ bị ảnh hưởng của nhiệt độ.

Ưu điểm của kỹ thuật này là lượng điện năng tiêu thụ thấp (2-4W/m^2đĩa), nhưng việc áp dụng rộng rãi chúng có nhiều điều bất lợi vì:

- Cần phải xử lý ổn định bùn (bùn ở bể lắng sơ cấp và bùn sinh học);

- Có nhiều khó khăn để đạt được nước đã xử lý có lượng BOD_5 dưới 40-45mg/l ở nước thải đô thị mà lại không tăng vốn đầu tư;

- Cần phải bao che đĩa để tránh bị ảnh hưởng của thời tiết xấu.

2.2.4.2. Vật liệu tiếp xúc chìm trong bể

Kĩ thuật này người ta nhấn chìm vào bể bùn hoạt tính các vật có cấu trúc cố định hoặc nổi. Trên các vật này, vi khuẩn phát triển, nước không cần đi qua bể lắng trong. Như vậy về lý thuyết nó nâng cao hiệu quả của thiết bị làm sạch sinh học mà không làm tăng kích thước của bể lắng. Kích thước này thường bị hạn chế bởi tải trọng tính theo chất rắn.

Một ứng dụng khác có nhiều hứa hẹn hơn, đó là dùng bể nitrat hoá có các vật tiếp xúc chìm. Bể được đặt ở cuối trạm xử lý khử ô nhiễm cacbon. Kỹ thuật này gần với ứng dụng thường thấy ở Nhật Bản tại các trạm nhỏ. Ở cuối các trạm này người ta đặt các bể thông khí có xếp các vật hình tổ ong mà không đặt bộ lắng lọc.

Các tiêu chuẩn để lựa chọn vật tiếp xúc là:

- Diện tích bề mặt đơn vị: sự tăng mật độ vi khuẩn phụ thuộc trực tiếp vào bề mặt này. Các giải pháp được phân loại tuỳ theo tiêu chuẩn này, nó quyết định toàn bộ dây chuyền xử lý phía sau;

http://tieulun.hopto.org

- Khả năng bị tắc nghẽn và khả năng làm sạch;

- Tuổi thọ, chống lại mài mòn và lực cắt;

- Giá thành (vật liệu và lắp đặt).

Các giải pháp đề xuất được phân biệt chủ yếu theo các vật liệu sử dụng:

- Vật liệu dạng tấm phẳng. Các vật liệu tiếp xúc chất dẻo được sử dụng cũng giống như ở các bể lọc vi sinh. Tải trọng theo BOD thường thấp hơn 2 kg BOD_5/m^3ngày. Độ tăng của bùn khoảng 20-40% so với việc xử lý bằng bùn hoạt tính;

- Vật liệu dạng sợi. Có hai cách để tạo ra vật liệu dạng sợi:

+ Dùng trực tiếp các sợi và sắp xếp theo nhiều kiểu khác nhau (vòng, chia thành các nhóm...), chủ yếu theo kỹ thuật gọi là "ring-lace";

+ Dùng các khối lập phương có cạnh 2-3cm được tạo ra từ mạng sợi polyuretan. Nhược điểm chủ yếu của kỹ thuật này là dễ bị tắc nghẽn và dễ bị vón đọng, nhất là với nước có xơ, sợi, chất béo;

+ Vật liệu nổi.

3. SINH TRƯỞNG CỦA VI KHUẨN KỴ KHÍ

3.1. Sinh hoá và sinh học của quá trình tạo metanon

Việc lên men kỵ khí được tiến hành nhờ nhiều loài vi khuẩn. Trong những điều kiện nhất định của môi trường (thế ôxy hoá khử khoảng -250mV, độ pH gần như trung tính) các vi khuẩn này tạo ra các nhóm ổn định. Việc lên men là hoàn toàn kỵ khí và từ đó sản sinh ra mêtan.

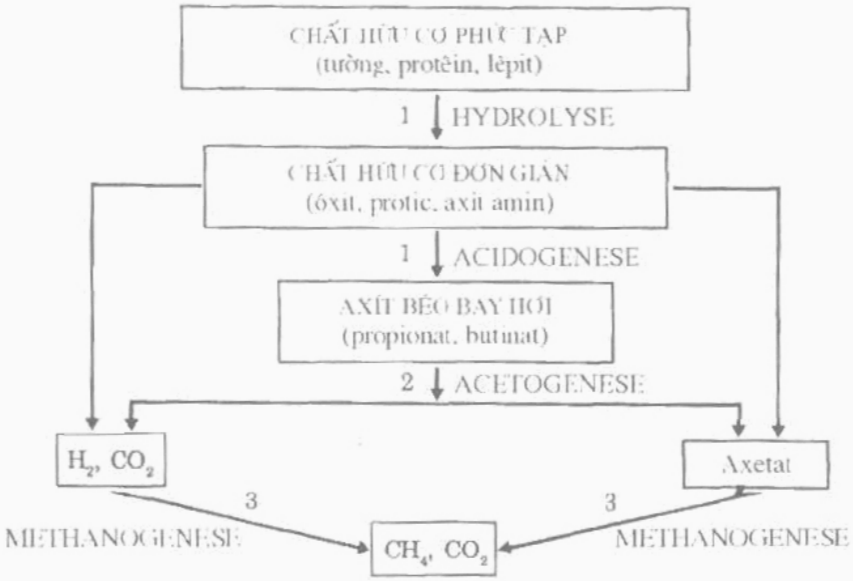
Qúa trình lên men xảy ra bình thường trong tự nhiên khi các chất hữu cơ có nồng độ cao và được giữ ở thế kỵ khí như đầm lầy, trầm tích hồ).

Từ một trường hợp đơn giản như đường chẳng hạn, phương trình chung của quá trình chuyển hoá kỵ khí có thể được viết như sau:

$$C_6H_{12}O_6 + 0,2\ NH_3 \rightarrow C_5H_7NO_2 + 2,5CH_4 + 2,5CO_2 + 0,6H_2O$$

Sự mêtan hoá các chất hữu cơ xảy ra ở hệ sinh thái "lạnh" (10-15°C), ôn hoà (30-40°C) và thậm chí ở cả hệ sinh thái nóng (> 45°C). Có thể sơ đồ hoá các quá trình phân huỷ vật chất hữu cơ phức tạp trong điều kiện kỵ khí như sau (hình 152):

http://tieulun.hopto.org



Hình 152. *Phân huỷ chất hữu cơ trong điều kiện kỵ khí*

• *Giai đoạn thuỷ phân và tạo axit:* Giai đoạn này được thực hiện trong những điều kiện rất khác nhau: ôn hoà hoặc nóng, hoàn toàn kỵ khí hoặc không bắt buộc như vậy. Giai đoạn đầu tiên này cho ta một hỗn hợp axit béo bay hơi (AGV): axetic, lactic, propionic britiric, hợp chất trung tính (etanon), các sản phẩm khí gaz (CO_2 và H_2) và amoniac.

Thời gian sinh trưởng của các vi khuẩn ở giai đoạn này ngắn hơn ở các giai đoạn tiếp theo.

• *Giai đoạn tạo axeton:* Đây là giai đoạn hoàn toàn đặc biệt và được thực hiện bởi các vi khuẩn, chúng là chất sản sinh bắt buộc của hydro (hoặc vi khuẩn khử đòi hỏi proton). Giai đoạn này sử dụng chất chuyển hoá suy giảm của giai đoạn thuỷ phân và giai đoạn lên men (lactat, etanon, propionat, butirat).

Khử hydro của các hợp chất này được thực hiện khi không có các vi khuẩn có khả năng sử dụng hydro (hoặc kết hợp hydro và lưu huỳnh để tạo H_2S chẳng hạn). Về mặt nhiệt động, quá trình này là khó thực hiện, hoặc là không thể thực hiện được:

$$\text{Lactat} + H_2O \rightleftharpoons \text{axetat} + 2H_2 + CO_2 + 4{,}18\text{kJ/mol}$$

$$\text{Ethanol} + H_2O \rightleftharpoons \text{axetat} + 2H_2 - 9{,}6\text{kJ/mol}$$

http://tieulun.hopto.org

$$\text{Butyrat} + 2H_2O \rightleftharpoons \text{axetat} + 2H_2 - 48.1\text{kJ/mol}$$

$$\text{Propionat} + 2H_2O \rightleftharpoons \text{axetat} + 3H_2 + CO_2 - 76\text{ kJ/mol}$$

Tuy vậy, với một áp suất riêng phần rất nhỏ bé của hydro, về mặt nhiệt động phản ứng lại có thể thực hiện được và sự biến đổi năng lượng xảy ra đủ để tổng hợp ATP và đủ cho sự phát triển vi khuẩn. Như vậy giai đoạn này nhạy cảm với sự tồn tại của hydro. Do đó để khử propionat - một chất trung gian nhiệt động gây cản trở nhất - phản ứng chỉ có thể tiến hành khi áp suất riêng phần của hydro thấp hơn 10Pa.

• *Giai đoạn tạo mêtan*

Có 2 cách để tạo ra metan. Cách thứ nhất là từ cặp H_2/CO_2 tạo ra H_2O và CH_4. Cách thứ hai được gọi là bẻ gãy axetat - axetat bị vỡ ra để tạo ra CO_2 và CH_4. Bằng cách thứ hai này, khoảng 70% lượng mêtan đã được sản xuất. Các vi khuẩn tạo mêtan sẽ sử dụng các nguồn cacbon khác như metanon, phocmandehit và metilamin.

3.2. Đặc điểm của vi khuẩn tạo mêtan

Các vi khuẩn tạo mêtan là loại hoàn toàn kỵ khí. Chúng được đặc trưng bởi sự tồn tại của các đồng en-zim hoặc của một nhân tố rất đặc biệt như F 420 chẳng hạn. Đặc tính huỳnh quang của F 420 cho ta nhìn thấy rõ các vi khuẩn này qua kính hiển vi có trang bị UV. Nhân tố F 430 thì lại có nicken, một phân tố cần thiết cho sự tăng trưởng của các vi khuẩn

Sau đây là các loài vi khuẩn chính:

Loài	Chất nền
Methanobacterium	H_2/CO_2
Methanobrevibacter	H_2/CO_2
Methanococcus.	H_2/CO_2
Methanosacrina	H_2/CO_2/axetat
Methanothrix	Axetat

Thời gian để vi khuẩn sinh sản gấp đôi rất khác nhau và thay đổi tuỳ theo chất nền được dùng từ vài giờ cho vi khuẩn ưa hydro hoá đến vài ngày cho các vi khuẩn axetat tự tách.

Hằng số tương hợp cũng thay đổi tất nhiên tuỳ theo loại chất nền. Do vậy với một lượng axetat rất nhỏ các vi khuẩn Methanothrix dễ dàng xuất hiện trong hệ sinh thái kỵ khí.

http://tieulun.hopto.org

3.3. Các thông số đặc trưng cho sự phân huỷ kỵ khí

3.3.1. Khí sinh học

Thành phần của khí gaz được tạo ra phụ thuộc vào chất nền và điều kiện hoạt động của các chất lên men (lượng nước vào, thời gian ủ). Một cách gần đúng nhất có thể nhận các trị số sau đây:

CH_4: 55 - 75%; H_2: 1 - 5%; CO_2: 25 - 40%; N_2: 2 - 7%.

Có thể có thêm các sản phẩm khác như H_2S và thion tạo ra từ lưu huỳnh hoặc lưu huỳnh hữu cơ có trong chất thải; NH_3 tạo ra từ các protein của vi khuẩn. Các thành phần này gay ra mùi khó chịu đặc trưng cho khí gaz.

Lượng CH_4 được tạo ra cũng phụ thuộc vào chất nền. Bảng sau đây cho ta một số chỉ tiêu. Khi phân huỷ bùn, lượng mêtan sinh ra khoảng 0,6 - 0,65m^3/kg MV suy giảm.

3.3.2. Việc sản sinh bùn

Khi xử lý nước thải công nghiệp, lượng vi sinh dư thừa vào khoảng 0,10-0,15kg MS/kg COD hoà tan bị khử. Trị số này nhỏ hơn so với trị số có được khi xử lý hiếu khí. Tuỳ theo lượng nước vào, nó dao động trong khoảng 0,2-0,4kg MS/kg COD hoà tan bị khử. Đó là một trong những ưu việt của giải pháp kỵ khí

Chất nền	Lượng CH_4 được sản xuất (m^3/kg chất nền)
Đường	0,42 ÷ 0,47
Protein	0,45 ÷ 0,55
Chất béo	≤ 1

3.4. Ứng dụng

Phân huỷ kỵ khí có thể được thực hiện theo nhiều phương án khác nhau. Với một số kỹ thuật gần với kỹ thuật dùng trong lên men kỵ khí. Vi khuẩn có thể phát triển ở trạng thái tự do hoặc là dính bám trên một giá thể. Hiện nay kỹ thuật phân huỷ bằng vi khuẩn tự do được phổ biến nhất. Tuy nhiên ứng dụng kỹ thuật phân huỷ bằng vi khuẩn dính bám là mục tiêu để hướng tới sự phát triển mạnh mẽ.

3.4.1. Sinh trưởng lơ lửng

Khó khăn trong việc phân tách các chất rắn và chất lỏng trong khe hở là một đặc trưng quan trọng của giải pháp lên men mêtan bằng các vi khuẩn tự

http://tieulun.hopto.org

do. Nếu đòi hỏi phải lắng gạn thì điều ấy rất khó vì rằng các kết bông sinh học thường rất mảnh dẻ, do có các bọt khí mêtan thải ra ngay bên trong các kết bông này và vì nồng độ cao của chất lỏng trong khe hở. Khi xử lý nước thải, việc lắng gạn là cần thiết nếu người ta muốn làm giàu lượng chất lên men vi sinh và do vậy làm giảm lượng tuần hoàn bùn đã được lắng.

Để lắng trong cần có bề mặt lắng lớn. Việc lắng trong có thể xảy ra thuận lợi hơn với nhiều giải pháp như giải pháp làm lạnh nước để làm chậm hoặc ngăn chặn hẳn việc giải phóng khí (nhưng lại làm tổn hại đến hiệu suất năng lượng của hệ thống), giải pháp loại khí sơ bộ, giải pháp nâng cao hiệu quả lắng của lớp bùn hoặc là với sự hỗ trợ của các chất phản ứng kết bông.

Khi xử lý nước thải công nghiệp, tải trọng theo COD thường dao động trong khoảng 2-15kg COD/m^3ngày. Khi xử lý bùn có thể đưa vào 2,5kg MV/m^3ngày cho bể phân huỷ có lưu lượng lớn.

• *Hạt hoá bùn :*

Có thể sử dụng một số đặc tính của việc hạt hoá các vi sinh kỵ khí cho các vi khuẩn tự do. Thực chất các hạt ở đây chính là nhóm vi khuẩn có kích thước tối đa 8mm. Đặc tính lắng lọc của hạt rất tuyệt vời (0,5-3cm/s). Điều này làm cho nước xử lý khi chuyển vận không kéo theo nhiều các hạt nhỏ.

Phương thức tạo hạt còn chưa được sáng tỏ. Vai trò của các hạt nhỏ có tính trơ - làm nhân cho việc tạo hạt - đã được thấy rõ. Tầm quan trọng của nồng độ canxi (trên 100mg/l) để làm vững chắc khối hạt cũng thường được lưu ý. Bột nhão cũng là một yếu tố thuận lợi cho sự tạo hạt.

• *Hai giai đoạn phân huỷ và khử sunphat:*

Phân huỷ theo hai giai đoạn cũng là một kỹ thuật ứng dụng cho các vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng. Để tối ưu hoá người ta phân tách thành giai đoạn thuỷ phân-axit hoá và giai đoạn tạo axeton-mêtan. Sự phân tách này thường gặp trong các trường hợp đặc biệt sau đây:

- Khi giai đoạn thuỷ phân bị hạn chế và cần tối ưu quá trình tách loại (điều kiện về độ pH và nhiệt độ). Ví dụ: chất thải có xenlulo;

- Khi có nguy cơ, giai đoạn đầu ức chế giai đoạn hai. Ví dụ:

+ Khi hiện tượng axit hoá đường đơn giản xảy ra nhanh, nếu lượng nước vào ít thay đổi sẽ làm cho độ pH biến đổi nhiều.

+ Có nguy cơ giảm sunphat khi nồng độ lưu huỳnh S cao hơn 200mg/l (độ độc hại của H_2S với giai đoạn tạo axeton-mêtan).

http://tieulun.hopto.org

3.4.2. Sinh trưởng gắn kết

Khác với kỹ thuật dùng vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng, kỹ thuật này không được dùng cho bùn vì lý do vận hành trong thực tế (đóng cáu bẩn ở các vật liệu làm giá thể).

• *Dùng chất dẻo làm giá thể* (hình 153):

Các giá thể dùng ở đây giống như vật dùng ở các lớp lọc sinh học có nước chảy qua nhưng chúng được nhấn chìm trong bể. Độ rỗng lớn của vật liệu làm hạn chế đáng kể sự tắc nghẽn. Do đó diện tích bề mặt tăng lên khá nhiều và bể có thể làm việc với tải trọng COD cao, thường là trên 10kg COD/m^3 ngày.

• *Dùng giá thể di động* (hình 154) :

Các vật liệu phụ trợ dùng ở đây nói chung có kích thước khoảng vài chục µm. Chúng được lơ lửng trong dòng nước chảy đi lên. Bể này cho phép có sự trao đổi giữa chất nền và vi khuẩn rất tốt, đồng thời cho một nồng độ vi khuẩn hoạt động cao. Tải trọng COD có thể đạt tới 50kg COD/m^3 1 ngày hoặc còn cao hơn với một số nước thải.

Để tránh việc làm nổi quá nhiều các vật liệu làm giá thể hoặc làm tắc nghẽn lớp lọc, cần phải kiểm soát sự tăng trưởng của các vi khuẩn. Việc mêtan hoá rất thích hợp cho việc ứng dụng các bể phản ứng có lớp lọc hoá lỏng hoặc lớp lọc dãn nở, tuy nhiên cần điều hành mạng thuỷ lực của hệ thống cho thích hợp.



Hình 153. *Bể phản ứng có lớp cố định Anafiz. Nhà máy sữa Saint-Hubert. Nhà máy Magnieres (Meurthe và Moselle).*

http://tieulun.hopto.org



Hình 154. Trạm metan hoá. Bể phản ứng Anaflux.

4. DÙNG MÀNG ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI (*XEM CHƯƠNG 15*)

5. CÁC QUÁ TRÌNH TRÊN CÔNG TRÌNH CÓ BỀ MẶT LỚN

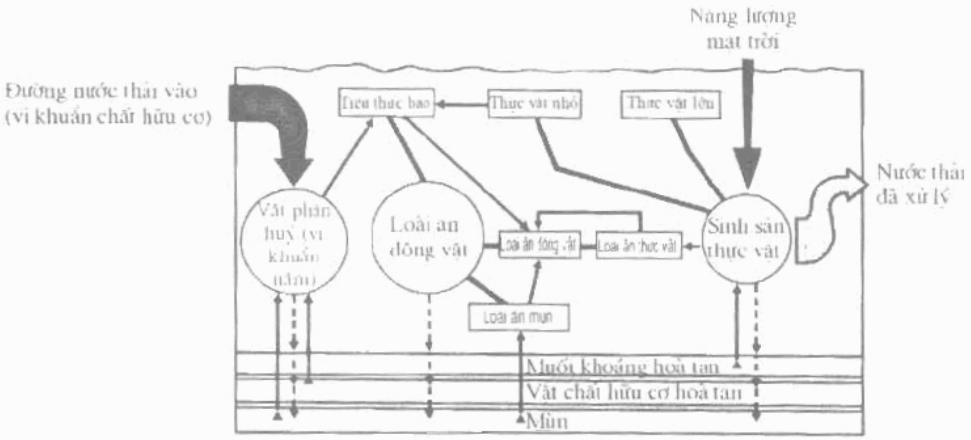
Các quá trình làm sạch trên công trình có bề mặt lớn được áp dụng với các bể phản ứng sinh học có nồng độ vi khuẩn làm sạch thấp. Hệ thống không có sự tuần hoàn của nước chứa vi khuẩn và cũng không có giai đoạn lắng để phân cách. Tuy diện tích mặt đất cần khá lớn nhưng trước hết việc lắp đặt các trang thiết bị xử lý rất đơn giản và cần ít thiết bị cơ điện.

5.1. Các kiểu hồ sinh học

5.1.1. Hồ tự nhiên (Hiếu khí)

Ánh sáng mặt trời là nguồn năng lượng cho phép sản sinh ra các cơ thể sống bằng các chuỗi thức ăn thuỷ sinh (chuỗi dinh dưỡng). Hình 155 là sơ đồ hoá những vòng tuần hoàn sinh học cơ bản phát triển trong hồ.

http://tieulun.hopto.org



Hình 155. *Các chu trình sinh học của hồ*

Việc làm sạch nước thải được thực hiện chủ yếu nhờ các vi khuẩn hiếu khí. Quá trình cấp oxy cho các vi khuẩn do hoạt động quang hợp của thực vật đảm nhiệm. các thực vật này cũng tham gia vào quá trình tổng hợp trực tiếp vật chất hữu cơ:

- Thực vật nhỏ hoặc là tảo nhỏ - chủ yếu là các loài tảo xanh lục hoặc xanh lam khó bị phân tách;

- Thực vật lớn hoặc các loài rau cỏ có hình dạng tự do (ví dụ như bèo tấm) hoặc cố định (loài thân sậy). Loài bèo tây có thể bén rễ hoặc không bén rễ, các loài thực vật cao cấp đóng vai trò hô hấp và thông thường nó giúp cho việc tăng số lượng vi khuẩn và số lượng tảo có khả năng làm sạch.

Sau một thời gian nuôi trồng, nếu các loài thực vật lớn phát triển (cố định ở loài thân rễ) thì chúng sẽ đảm trách việc trao đổi dinh dưỡng với đất, mùn và nước. Toàn bộ hệ ăn mồi của vi khuẩn, thực vật nổi và các loài khác được phát triển ngay trong hồ: động vật nguyên sinh, bộ râu chẻ và bộ thân kiếm (loài động vật thân giáp). Vùng hạ lưu có thể là vùng sống của các loài cá.

Như vậy hồ tự nhiên là một công trình sinh học phức tạp và khó khống chế được sự cân bằng.

5.1.2. Hồ có sục khí

Việc cung cấp oxy được thực hiện chủ yếu bằng biện pháp nhân tạo dùng máy làm thoáng cơ học nổi hoặc cố định hoặc máy thổi khí vào. Khi không có sự chia ngăn rõ ràng, bể phản ứng sinh học sẽ gần như một hệ hoà trộn hoàn chỉnh. Sự cân bằng sinh học tương tự như ở giải pháp cổ điển dùng bùn hoạt tính tuy rằng không thể tránh khỏi được sự phát triển tảo.

http://tieulun.hopto.org

Nồng độ vi khuẩn thấp và sự lắng của các kết bông vi khuẩn kém. Hồ sinh học có sục khí thường được đặt trực tiếp trước các hồ lắng lớn (có khi còn trang bị cả hệ thảo bùn).

Nhờ có sự khuấy trộn do máy làm thoáng gây ra (công suất 2-5W/m^3 của hồ) nên sự tạo các cặn lắng giảm rất nhiều so với hồ tự nhiên.

5.1.3. Hồ kỵ khí

Trong các hồ này, hiệu suất làm sạch phụ thuộc chủ yếu vào sự lên men mêtan. Do vậy chúng chỉ được áp dụng cho nước thải có nồng độ cao và thường là để làm sạch sơ bộ trước cấp làm sạch thứ hai bằng biện pháp hiếu khí.

Nhiệt độ thấp gây nhiều nguy cơ phá hoại và làm cho hồ hoạt động kém hiệu quả. Do đó người ta chỉ dùng ở những vùng được cách biệt tốt và có điều kiện khí hậu thuận lợi. Bể yếm khí có nắp đậy đã được ứng dụng ở các trạm xử lý của một số nước thải công nghiệp vì nó giúp ta thu hồi các khí sinh ra khi phân huỷ và tăng cường độ thẩm mỹ.

Trong thực tế, việc phân chia hiếu khí và kỵ khí của các hồ, chừng nào đó, cũng chỉ là giả định. Đặc biệt nước trong hồ hiếu khí cũng không được cấp đủ ôxy toàn bộ ở vùng mới vào của hồ hiếu khí (nhất là với hồ tự nhiên được chia nhiều ngăn), các chất ô nhiễm mới vào gây ra thiếu hụt ôxy. Thêm nữa ở vùng gần đáy hồ tập trung cặn bẩn do các vật lơ lửng nặng nhất lắng xuống và các cặn bẩn có hoạt tính sinh học. Trong các lớp cặn bẩn đó lại xảy ra sự lên men kỵ khí cùng với việc khoáng hoá chất hữu cơ và thoát loại CO_2 và CH_4 (có thể cả H_2S). Khi không có sự khuấy trộn và khi chất thải có nhiều vật lơ lửng để lắng thì các chất cặn bẩn rất Q+R nhiều.

Trong tất cả các hồ, hiện tượng hiếu khí và kỵ khí thường ít nhiều gắn kết với nhau. Trong một hồ hiếu khí nếu phần lớn chất lỏng thiếu oxy và chỉ vi khuẩn kỵ khí phát triển thì người ta gọi đó là hồ "tuỳ tiện". Ở lớp nước bên trên, chất hữu cơ được phân huỷ nhờ vào hoạt động của vi khuẩn hiếu khí và của các loài tảo. Ở lớp nước sâu hơn là sự hoạt động của các vi khuẩn kỵ khí và vi khuẩn "lưỡng tính" (thích hợp với cả hai môi trường).

5.2. Năng suất và thiết kế

Các hồ sinh học được dùng để khử chất bẩn hữu cơ, để giảm sự ô nhiễm vi khuẩn và có khi để nitrat hoá một chất thải đã xử lý. Nhiệt độ là thông số hoạt động chủ yếu, đặc biệt khi phải làm sạch vi khuẩn. Sự phức tạp của các

http://tieulun.hopto.org

hiện tượng sinh học xảy ra trong hồ tự nhiên không cho phép đặc trưng tính động học của quá trình làm sạch bằng một mô hình toán học đơn giản.

5.2.1. Hồ tự nhiên

Để ánh sáng xuyên qua được, độ sâu của các hồ tự nhiên cần phải nhỏ. Với các hồ có thực vật nhỏ, độ sâu không được vượt quá 1,2-1,5m. Mặt khác, để ngăn chặn các thực vật lớn phát triển, độ sâu lại không được nhỏ hơn 0,80m. Ngược lại nếu muốn tạo điều kiện cho thực vật lớn phát triển (ví dụ, để xử lý hoàn thiện) thì nên giới hạn độ sâu hồ ở 0,30m.

Với khí hậu ôn hoà "trung bình" của Pháp, kích thước hồ cho lượng nước vào hàng ngày vào khoảng 50kg BOD_5/ha.ngày (tương ứng với khoảng 10m^3/người dân, thời gian lưu giữ 50-60 ngày) là kích thước chuẩn thông thường để chuyển đổi chừng 90% BOD_5 ở nhiệt độ 10-15°C. Lượng chất lơ lửng của nước thải đã xử lý còn cao và nó thay đổi nhiều tuỳ theo mùa (50-150mg//), ánh sáng mặt trời càng nhiều thì lượng chất lơ lửng càng tăng mạnh. Do vậy tổng BOD_5 của nước thải đã được xử lý bằng hồ tự nhiên nói chung cao hơn 50mg//.

Cho một hồ xử lý hoàn thiện nằm ở cuối trạm xử lý kiểu cổ điển bằng bùn hoạt tính, và để khử vi khuẩn (giảm đi khoảng 3-4 đơn vị logarit mật độ vi khuẩn thể hiện bằng phôi - thử nghiệm) thì thời gian lưu lại khoảng 30 ngày là đủ trong điều kiện khí hậu trung bình của Pháp và nơi nhiệt độ không xuống dưới 15/20°C. Khi cần nitrat hoá, điều kiện nhiệt độ cũng rất quan trọng.

5.2.2. Hồ có làm thoáng nhân tạo

Độ sâu của hồ có làm thoáng có thể tới 2,5-3m. Độ sâu cực đại cho phép tuỳ thuộc vào công suất nhào trộn của hệ thống làm thoáng.

Thời gian lưu lại gần đúng dựa trên áp dụng công thức Monod cho hồ phản ứng với sự hoà trộn hoàn chỉnh. Nếu S_0 và S_t là nồng độ BOD_5 của nước thải chưa xử lý và nước thải đã xử lý, ta có:

$$\frac{S_t}{S_0} = \frac{1}{1 + K_T.t}$$

Trong đó: t - Thời gian lưu lại tính theo ngày;

K_T - Phụ thuộc vào nhiệt độ T theo °C:

với T > 10°C: $K_T = K_{20}1,07^{T-20}$;

với nước thải thành phố K_{20} gần bằng 0,5 $ngày^{-1}$.

http://tieulun.hopto.org

Nhiệt độ T_1 trong hồ có thể tính theo công thức:

$$(T_n - T_1) = \frac{(T_1 - T_a).FA}{Q}$$

Trong đó:

T_n - Nhiệt độ nước thải cần xử lý (°C);

T_1 - Nhiệt độ trong hồ lọc (°C);

T_a - Nhiệt độ không khí xung quanh (°C);

A - Diện tích bề mặt (m^2);

Q - Lưu lượng (m^3/h);

F - Hệ số, thay đổi 0,5-1,2 cho các vùng ôn đới của Bắc bán cầu.

Trong thực tế, việc chia ngăn hồ lọc có trang bị một cách hợp lý bộ làm thoáng sẽ cho phép tận dụng từng ngăn hồ với một hiệu suất cao. Ngược lại, sự phân tán của kết bông vi khuẩn có mật độ thấp (độ tuổi bùn nhỏ, mức độ ổn định bị hạn chế) cũng như sự phát triển của các loài tảo cản trở sự phân tán các vật lơ lửng. Do vậy khi xử lý nước thải đô thị, nồng độ chất lơ lửng của nước đã xử lý có thể dao động trong khoảng 50-250mg/l.

Việc xây một hồ lắng ở sau hồ sục khí cho phép giảm các trị số này. Lượng BOD_5 hoà tan của nước thải đã xử lý có các trị số nhỏ, tương ứng với sự giảm đi 80-90% với thời gian lưu lại chung 10 ngày trong điều kiện khí hậu ôn hoà. Hiệu quả khử vi khuẩn phụ thuộc chủ yếu vào thời gian lưu nước và vào việc không có các dòng ngắn chảy thẳng qua hồ.

Từ đó ta thấy rằng hồ có làm thoáng nhân tạo thích hợp trước hết để phân huỷ các chất hữu cơ còn hồ tự nhiên được sử dụng đặc biệt để giảm mật độ vi khuẩn của nước thải đã qua xử lý bậc hai. Do vậy hồ tự nhiên còn có tên là hồ xử lý ổn định.

5.2.3. Hồ kỵ khí

Thời gian nước lưu lại trong hồ là trên 20 ngày và thường vượt quá 50 ngày. Tải trọng tính theo BOD_5 khoảng chừng 0,01 kg/m^3ngày, hiệu suất khử thay đổi rộng 50-80%. Hàm lượng MES cao. Về nguyên tắc, độ sâu lớn (ví dụ 5-6m) là một yếu tố có lợi cho các quá trình xảy ra trong hồ.

5.3. Thiết kế xây dựng, bảo dưỡng các hồ sinh học

Việc chia ngăn và hoạt động của hồ theo các ngăn nối tiếp, trước hết làm nâng cao hiệu suất xử lý. Giải pháp này đặc biệt cho phép đặt nối tiếp nhau

http://tieulun.hopto.org

các công trình thích hợp với các hệ sinh thái và với các quá trình làm sạch khác nhau. Tuy nhiên, nếu nước thải chưa xử lý có nồng độ cao thì việc xử lý yếm khí sẽ thải ra mùi hôi khó chịu.

Trước khi lựa chọn phương án hồ không thể không nghiên cứu điều kiện địa chất. Độ không thấm nước của hồ cần được bảo đảm. Các đê chắn phải có độ dốc lớn nhất và phải bảo vệ chống lại sóng vỗ, trước hết là cho hồ làm thoáng nhân tạo.

Việc sử dụng sẽ được thuận lợi hơn chừng nào mà nước cần xử lý đã được loại bỏ các chất có thể lắng và các vật nổi. Với ERU, giải pháp lý tưởng là trước khi vào hồ có xây dựng trạm xử lý sơ bộ và trạm lắng sơ cấp (phối hợp với trạm phân huỷ yếm khí chẳng hạn). Tuy nhiên những đòi hỏi về kinh tế nói chung sẽ dẫn đến việc đưa nước thô không được lắng trước vào hồ. Do vậy mà ở những vùng đầu tiên của hồ thường ứ đọng các chất thải có bùn, chúng có thể là nguồn gây tác hại cho hồ.

Việc nạo vét định kì cho hồ là một đòi hỏi chủ yếu khi sử dụng chúng và điều đó phải được xem xét ngay từ khi bắt đầu nghiên cứu dự án. Việc thu dọn các loại thực vật thuỷ sinh dư thừa thường góp phần vào thu gom bùn, đặc biệt là ở hồ tự nhiên.

5.4. Dùng đất để làm sạch nước

Kỹ thuật làm sạch nước thải đầu tiên của những vùng dân cư lớn là xử lý bằng bãi đất. Việc sử dụng nền đất để làm sạch nước đã tận dụng được:

- Đặc tính hoá-lý của nền đất: lọc, hấp thụ, trao đổi ion, khả năng giữ nước;

- Đặc tính sinh học của nền đất: tác động vi sinh, kể cả của cây cỏ.

Như vậy hệ thống làm sạch bao gồm đồng thời nền đất và các động thực vật. Một số vật chất vô động được giải phóng ra khí quyển. Do sự hô hấp của vi khuẩn và do quang hợp mà một phần cacbon được chuyển biến thành khí cacbonic. Các vật chất khác được các cây cối hấp thụ: trước hết là C và N, sau đó P, K, Ca, Mg và cuối cùng là các kim loại nặng với một tỷ lệ thấp.

Có ba phương thức chính xử lý bằng nền đất là tưới nước, thấm-ngấm nước và nước chảy có điều tiết (xem hình 156). Bảng 45 cho đặc tính và công suất thông thường của các hệ thống xử lý này.

Tưới nước là hệ thống được dùng nhiều nhất. Nước được dẫn theo các mương hoặc được phân tán ra bằng cách tưới. Mực nước ngầm không được có ở độ sâu nhỏ hơn 1m, độ thấm của đất cần vừa phải và nên thường xuyên

http://tieulun.hopto.org

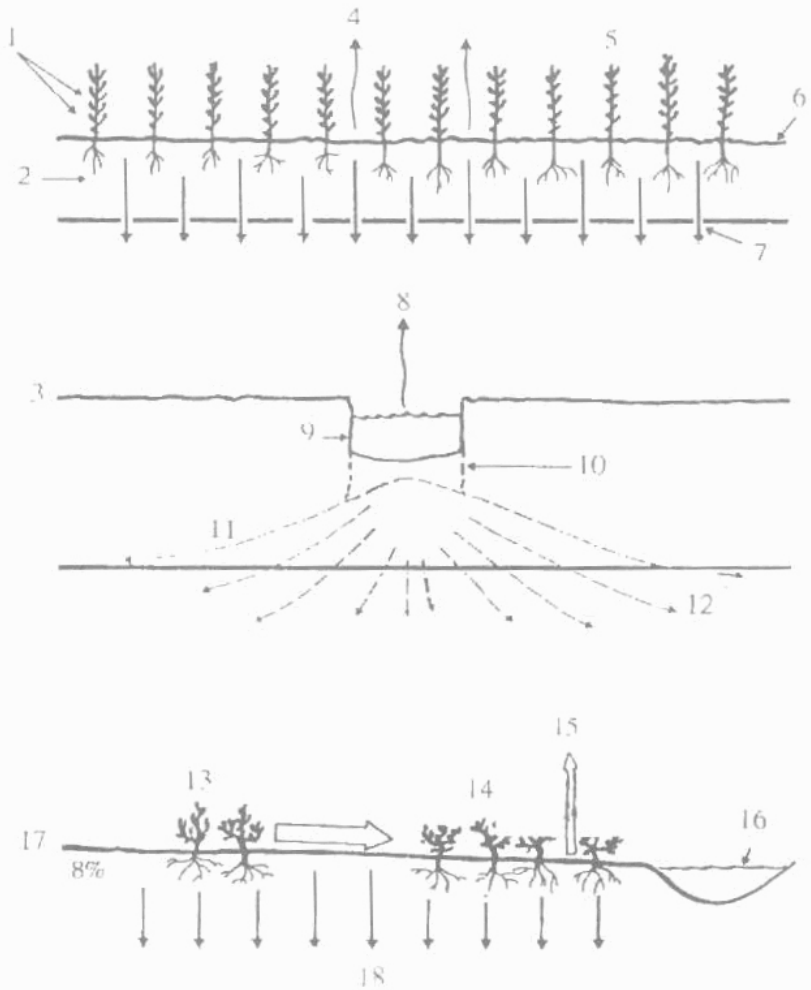
có thoát nước. Lượng nước tưới thay đổi tuỳ theo loại cây trồng, loại đất và điều kiện khí hậu. Lượng nước đưa vào, kể cả nước mưa, bằng lượng bốc hơi tự nhiên và lượng nước cần cho cây cối (thoát hơi nước và phát triển). Lượng nước này thay đổi trong năm. Cần tính đến cả sự cân bằng các yếu tố sinh dưỡng. Lượng chất hữu cơ đưa vào khoảng 5-20kg BOD_5/hecta/ngày.

Khó khăn chính khi áp dụng kỹ thuật tưới nước, ngoài việc đòi hỏi một diện tích cố định lớn nó còn bị hạn chế về thời gian sử dụng. Với các cây trồng theo năm, chỉ cần dưới 3-6 tháng/năm. Với đồng cỏ, không được phép tưới trong thời kì mưa và trong những tháng trước khi chăn thả với những cây trồng to (rừng dương) thì được phép tưới rộng rãi hơn. Cần lập một kế hoạch chính xác cho việc quay vòng các cây trồng phải tưới nước. Nước thải thô, ít nhất cũng nên cho lắng trước khi sử dụng. Tốc độ thấm sẽ càng ổn định và nhanh hơn khi nước thải được xử lý sơ bộ.

Bảng 45. Đặc tính và công suất của các phương thức xử lý chủ yếu bằng nền đất của nước thải đô thị

Phương thức xử lý	Tải lượng nước cấp hàng năm (m/năm)	Lượng nước cấp hàng ngày (mm/ngày)	Xử lý sơ bộ	Nước đã xử lý mg/l		
				MES	BOD_5	NTK
Tưới nước	0,5 - 3	3 - 10	Gạn lắng sơ bộ	< 5	< 5	3 - 5
Nước ngấm thấm	4 - 50	20 - 200	Gạn lắng sơ bộ	< 5	< 5	10
Nước chảy có điều tiết	1 - 10	10 - 30	Lưới chắn rác	< 20	< 15	5

http://tieulun.hopto.org



Hình 156. *Xử lý nước bằng nền đất*

1. Rẩy nước hoặc tưới nước; 2. Vùng của rễ cây; 3. Vùng thoáng khí và xử lý; 4. Thoáng hơi nước; 5. Cây trồng; 6. Độ dốc thay đổi; 7. Ngấm xuống sâu; 8. Bay hơi; 9. Thấm; 10. Ngấm qua vùng không bão hoà; 11. Độ dốc cấp nước 12. Lớp chứa nước cũ; 13. Nước chảy; 14. Cây có và mùn thực vật; 15. Thoát hơi nước; 16. Hồ thu nước; 17. Độ dốc 2-8%; 18. Nước ngấm.

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

5

CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN PHÂN TÍCH

1. KHÁI QUÁT

Việc phân tích nước cần thiết cho việc thiết kế xây dựng các dự án cấp nước cũng như cho việc kiểm tra các hoạt động của trạm xử lý nước và cho việc đánh giá chất lượng nước đã xử lý (trạm nước, mạng lưới, môi trường tự nhiên).

Những tiến bộ không ngừng của kỹ thuật phân tích đã cho phép có nhận thức tốt hơn về các thành phần của nước cũng như về hiệu quả của chúng.

Tiêu chuẩn chất lượng nước ngày càng cao, việc xử lý nước ngày càng tinh xảo và việc kiểm tra đòi hỏi ngày càng chính xác để bảo đảm vận hành tốt.

1.1. Độ chính xác

Độ chính xác của một phương pháp phân tích bao gồm nhiều tiêu chuẩn. Độ chính xác là sai số giữa giá trị thực và giá trị trung bình (sự chồng chéo nhau, việc lấy mẫu, việc so chuẩn mức). Độ tin cậy được đánh giá bởi sự lặp lại (trong cùng điều kiện hoạt động của cùng một thiết bị) và khả năng tạo lại (trong điều kiện hoạt động khác nhau của những thiết bị khác nhau). Biểu thức thống kê của các sai số này cho bởi các loại sai số chuẩn.

Độ nhạy được xác định bởi sai số đo được so với đại lượng cần đo.

Giới hạn phát hiện là nồng độ nhỏ nhất có thể phát hiện được với xác suất là 95%. Với tất cả các phép đo quang phổ, giới hạn phát hiện của một nguyên tố là nồng độ bằng hai lần tín hiệu so với tiếng ồn nền của thiết bị gây ra. Các phương pháp thống kê tiên tiến hơn cho phép tác động vào các sai số hệ thống, để lựa chọn các phương pháp phân tích, và định ra cách thức lấy mẫu (nơi lấy và số lần lấy mẫu...).

http://tieulun.hopto.org

1.2. Phân tích trong phòng thí nghiệm và phân tích tại hiện trường

Các quy chuẩn về chất lượng nước cũng có sự biến động. Số lượng các tiêu chuẩn chất lượng ngày càng nhiều (ví dụ 62 tiêu chuẩn về nước uống của khối CEE) và mức độ rất thấp của một số hướng dẫn về tiêu chuẩn đã buộc các phòng thí nghiệm phải xem xét lại các phương pháp và các dụng cụ đã sử dụng. Số lượng ngày càng tăng các kiểm tra mà người sử dụng và các cơ quan dịch vụ vệ sinh phải thực hiện đã thúc đẩy những người có trách nhiệm tìm ra các dụng cụ phân tích tinh xảo hơn (máy sắc kí, quang phổ kế hấp thụ hoặc phát xạ nguyên tử, hoặc quang phổ kế khối lượng trong một số trường hợp...). Rõ ràng là dụng cụ phân tích này không đáp ứng được việc phân tích tại hiện trường vì nó đòi hỏi:

- Tìm ra kỹ thuật phân tích đơn giản và chắc chắn (trang bị cho các trạm nhỏ hoặc phục vụ cho nghiên cứu các dự án xây lắp);

- Sử dụng một hệ thống các cảm biến đa năng trọn bộ, bộ xử lý số liệu có thể xách tay và làm việc độc lập;

- Sự kiểm tra thường xuyên (trạm thông báo chất lượng nước thô cấp vào, xác nhận "chất lượng" nước đã xử lý).

1.3. Vi tính hoá phòng thí nghiệm

Các chương trình hiện tại cho phép xử lý các thông tin và các số liệu phân tích cho các mục tiêu quản lý và kỹ thuật.

• *Quản lý hành chính tự động của phòng thí nghiệm*

Các mạng logic có thể theo dõi mẫu vật từ khi nó đưa vào phòng thí nghiệm cho đến khi có kết quả ra. Người ta có thể kiểm tra sự thống nhất của các kết quả đó để tự động hợp thức hoá các phân tích.

• *Quản lý kỹ thuật*

Các kết quả thu được có thể xử lý bằng thống kê hoặc để lập ra các bảng tổng kết về chất lượng, về sự biến đổi các thông số theo thời gian, về mối tương quan giữa các thông số và các số liệu (khí hậu, các bậc xử lý nước, liều lượng chất phản ứng), và lập bản đồ chất lượng nước của mạng. Hơn nữa nó có thể cung cấp số liệu để:

- Cải thiện dây chuyền xử lý nước;

- Lựa chọn các điểm xử lý trung gian trên mạng (ví dụ như tái clo hoá);

- Thiết lập mô hình tính toán của quá trình để giúp cho việc quyết định phương án xử lý.

http://tieulun.hopto.org

2. LẤY MẪU

Mục tiêu đầu tiên của lấy mẫu là có được những mẫu vật đặc trưng của vật chất cần phân tích (nước, vật liệu, bùn, cặn lắng, khí, chất phản ứng...).

Mẫu nước phải được lấy vào các chai hoàn toàn sạch và đã được xúc xả vài lần bằng nước cần phân tích trừ khi các chai được lấy từ phòng thí nghiệm ra và có chứa hoá chất khử clo (vi khuẩn học) hoặc axít bảo vệ (kim loại),...

Trong nhiều phân tích hoá-lý nước ăn (mạng nước thành phố, nước giếng khoan) cần phải có đủ thời gian cần thiết để lấy được mẫu nước thông thường. Với nước hồ, ao khi lựa chọn điểm lấy mẫu phải chú ý đến sự thay đổi các thông số cần đo theo độ sâu, theo mùa, theo gió, theo mưa, ...

2.1. Cách lấy mẫu

2.1.1. Lấy mẫu tức thời

Đây là cách lấy mẫu thường được dùng nhất. Nước được lấy vào các bình mẫu sao cho không bị khuấy trộn với không khí. Muốn vậy phải dùng một ống thích hợp và nhấn chìm vào đáy bình, nước mẫu được thay đổi nhiều lần rồi nút kín ngay lại. Một số mẫu phân tích (oxy, khí cácbonníc, độ pH,...) đòi hỏi không khuấy động và tránh cho nước tiếp xúc với không khí. Các mẫu vật để phân tích vi khuẩn cần lấy vào các bình vô trùng sau khi đã hơ lửa điểm lấy nước (vòi nước bằng kim loại) và để cho nước chảy đều trong vòng khoảng 1 phút. Cần phải ghi vào các mẫu vật về ngày tháng, nguồn gốc và loại nước mẫu.

Với nước thải, việc lấy mẫu tức thời không đủ để đại diện cho dòng ô nhiễm vì số lượng và chất lượng nước thải thay đổi hàng ngày. Để xác định các thành phần ô nhiễm hoặc xác định các nồng độ hiếm có, các nồng độ không mong muốn cần lấy các mẫu riêng biệt. Ví dụ như:

- Các chất thải độc hại như xyanua (trong các chất làm dịu mùi);
- Dầu, mỡ và các chất béo;
- Các chất thải hữu cơ từ xưởng chế biến sữa, từ các lò mổ động vật, từ các nhà máy giấy,...

Sự không đồng nhất của các chất thải làm cho việc lấy mẫu gặp khó khăn và đòi hỏi có sự khuấy trộn cần thiết tại điểm lấy mẫu.

2.1.2. Lấy mẫu định kỳ

Việc lấy mẫu bình quân được sử dụng khi người ta muốn có được số đo chất lượng trong một khoảng thời gian (thí dụ 2h hoặc 24h). Một số thiết bị lấy mẫu tự động sẽ giúp ta có được các mẫu tỷ lệ với lưu lượng.

http://tieulun.hopto.org

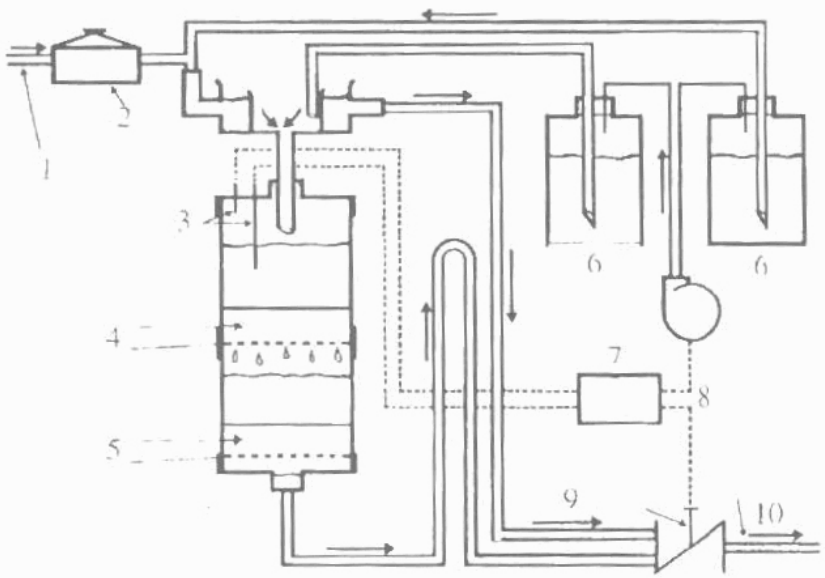
Với nước thải, thường người ta muốn biết sự biến đổi của các chất ô nhiễm trong một ngày, muốn xác định mức độ ô nhiễm vào ban ngày và vào ban đêm. Các thiết bị lấy mẫu có thể được trang bị cả các bộ phận bảo đảm giữ mẫu vật ở nhiệt độ +4°C.

2.1.3. Lấy mẫu với nồng độ cô đặc

Để xác định các ô nhiễm vi sinh vật, người ta dùng phương pháp lấy mẫu có cô đặc và trích. Phương pháp này có thể thực hiện ở phòng thí nghiệm với một số lượng nhỏ hoặc thực hiện ở ngay tại hiện trường nhờ các thiết bị đo tự động liên tục. Trong trường hợp ở hiện trường, việc lấy mẫu này tương đương với việc cô đặc hàng trăm lít nước trong nhiều ngày.

Các 3 kiểu thiết bị được sử dụng:

- Bộ lấy mẫu cho các chất bay hơi kết hợp với bộ lọc bằng vòng lớn.
- Hệ thống hấp thụ trích ly trên nhựa có độ rỗng lớn. (hình 157).

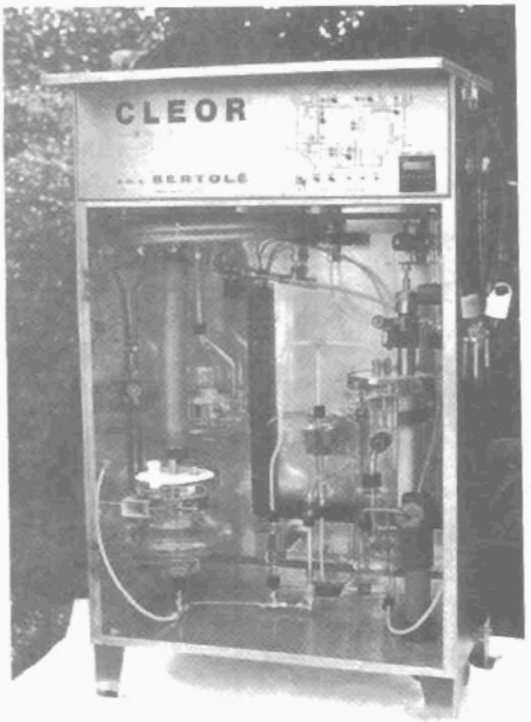


1. Nước vào; 2. Điều chỉnh lưu lượng; 3. Điện cực; 4, 5. Nhựa chất kết dính; 6. Chất phản ứng; 7. Máy bơm không khí; 8. Bộ điều khiển; 9. Van điện tử; 10. Nước ra.

Hình 157. *Hệ thống hấp thụ-trích ly liên tục trên lớp nhựa*

http://tieulun.hopto.org

Bộ trích kiểu nước-nước liên tục (hình 158). Hai kiểu thiết bị sau có thể làm việc với nhiều cấp độ pH. Tuy bộ trích kém nhạy cảm với các MES hơn là các tấm nhựa nhưng hai thiết bị này cho phép thu được nhiều các hợp chất hơn (ví dụ như axít có mùn). Bộ trích kiểu nước-nước có ưu điểm cho kết quả định lượng nước tốt hơn.



Hình 158. Bộ trích kiểu nước-nước liên tục (bằng sáng chế Lion về nước)

2.2. Bảo quản mẫu để phân tích

Kỹ thuật bảo quản đã đổi khác nhiều và cho phép hạn chế sự biến đổi hoá-lý và biến đổi vi sinh của nước chờ phân tích. Việc lựa chọn vật liệu làm bình lấy mẫu phải hạn chế được những tổn thất do sự hấp phụ hoặc ngược lại phải tránh được sự thất thoát của các thành phần cần khảo sát.

Bảng 45 cho ta thấy các cách chính để bảo quản mẫu tuỳ theo các thông số cần đo.

Bảng 45. Bảo quản mẫu

Đại lượng cần xác định	Bình chứa	Điều kiện bảo quản nên theo	Thời gian dài nhất mà không có sự biến đổi
1	2	3	4
pH	250ml bằng thuỷ tinh chịu lửa	Nên phân tích tại chỗ	24h
TH, TAC, Cl^-	2 lít bằng chất dẻo hoặc thuỷ tinh chịu lửa	Làm lạnh ở 4°C	48h
NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+, SO_4^{2-}, màu, MES, chất thải khô			
Mùi vị	1 lít bằng thuỷ tinh chịu lửa	Làm lạnh ở 4 °C	Dưới 24h

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4
Oxy hoà tan	125ml bằng thuỷ tinh chịu lửa	1ml dung dịch A ($MnSO_4$) 1ml dung dịch B (KI) (xem phương pháp Winklen) làm lạnh ở 4°C	12 tuần
Chất tẩy, PO_4^{2-}	250ml	1ml 50% H_2SO_4. Giữ ở độ lạnh 4°C và tối	4 tuần
CN^-	Hũ bằng thuỷ tinh chịu lửa	2ml NaOH pH 10 Giữ ở độ lạnh 4°C và tối	24h
Al , B	250ml chất dẻo	5ml HNO_3	4tuần
Kim loại nặng	Hũ chất dẻo	5ml HNO_3	4tuần
COT	125ml bằng thuy tinh chịu lửa	2ml H_2SO_4 , pH 24°C	1tuần
Hydrocarbua	Hũ bằng thuỷ tinh chịu lửa	2ml H_2SO_4 , pH 2 4°C	24h
Phe nol	Hũ thuy tinh chịu lửa	1,5ml H_3PO_4, 10ml dung dịch $CuSO_4$ nồng độ 10%	1tuần
NTK	Hũ thuy tinh chịu lửa	2ml 50% H_2SO_4 ở 4°C và bóng tối	1tuần
HPA và chất trừ sau bệnh	2lít thuy tinh chịu lửa	Lạnh 4°C và bóng tối	1tuần
Halo mêtan	30ml thuỷ tinh	0,5 g tiosunfat và đổ đầy đến cổ chai	1tuần
Vi khuẩn	250ml hoặc 500ml	Bình vô trùng có tiosunfat lạnh 4°C ngay lập tức	24h
Tảo	Hũ thuy tinh chịu lửa	40ml focmôn lạnh 4°C và tối	1tuần
COD	Hũ thuy tinh chịu lửa	2ml H_2SO_4	1tuần
BOD	Hũ thuy tinh chịu lửa	Lạnh 4°C hoặc 2ml H_2SO_4	6h 1tuần

http://tieulun.hopto.org

3. PHÂN TÍCH

3.1. Phân tích tại hiện trường

Một số thông số có thể biến đổi trong khi chuyên chở mẫu vật về phòng thí nghiệm và do vậy nên xác định chúng ngay tại hiện trường. Đó là độ pH, nhiệt độ, O_2, CO_2, H_2S, NH_3, thế ôxy hoá-khử, lượng dư của chất oxy hoá. Việc đo các thông số này thường dựa trên các phương pháp đo có độ chính xác thấp hơn so với phương pháp đo ở phòng thí nghiệm, nhưng phép đo tại chỗ có ưu thế là tránh được sự thay đổi thông số trong khi vận chuyển và trong lúc bảo quản tại phòng thí nghiệm. Mặt khác, phép phân tích này cũng cần thiết trong những nghiên cứu lâu dài về nước thô hoặc nước thải để thiết lập một dự án hoặc để tối ưu hoá một trạm xử lý nước.

3.1.1. Phương pháp đo điện thế

Ở phương pháp này, người ta thường dùng các điện cực chuyên dụng, nhúng chúng ngập trong nước. Nó cho phép đo độ pH, điện thế ôxy hoá khử, ôxy, độ đục, suất điện trở, fluo, xyanua... Việc nối các đầu đo với trạm trung tâm thu thập số liệu (máy vi tính) cho phép theo dõi tại chỗ hệ số biến động chất lượng nước theo thời gian.



Hình 159. *Hộp dụng cụ cho bể bơi DEGREMONT*

3.1.2. Phương pháp so màu

Phương pháp này được thực hiện bằng các phản ứng đổi màu. Màu sắc thu về sau phản ứng được đánh giá nhờ màu chuẩn có sẵn trong các đĩa, bảng hoặc băng.

3.1.3. Phương pháp thể tích

Nhiều thông số được xác định bằng phép đo thể tích (độ kiềm, độ cứng toàn phần, độ cứng canxi, clorua). Các vali nhỏ chứa các chai lọ thí nghiệm cho phép thực hiện công việc này (bình cổ cong, ống nghiệm có chia độ, lọ thuỷ tinh).

http://tieulun.hopto.org

3.2. Phân tích tại phòng thí nghiệm

3.2.1. Cô đặc mẫu

Cô đặc mẫu bằng cách chiết, chủ yếu được dùng để phân tích chất bẩn hữu cơ nhỏ bé. Có 4 kỹ thuật sau:

- Trích ly nước-nước và cô đặc dung môi. Diclo mêtan thường được lựa chọn để xác định thuốc trừ sâu bệnh và HPA ở dung môi cô đặc;

- Trích ly các hỗn hợp dễ bay hơi bằng kỹ thuật lọc hơi vòng kín (CLSA);

- Trích ly các hỗn hợp dễ bay hơi và nửa bay hơi, bằng kỹ thuật tách và tinh cất đồng thời (SDE);

- Phương pháp đông lạnh.

3.2.2. Mùi vị

Để đánh giá chính xác hơn mùi vị của nước đã xử lý, kỹ thuật nếm ngày càng được sử dụng trong nghiên cứu cũng như trong việc kiểm tra. Có thể kể ra hai trong số các kỹ thuật đó là:

- Xác định ngưỡng của vị (AFNOR T 90 035). Nước được hoà vào nước không có vị. Việc nếm được tiến hành từ khi hoà loãng nhiều cho đến lúc mất hẳn vị. Ngưỡng của vị tương ứng với độ hoà loãng này phải được xác nhận của phần lớn số người trong nhóm làm việc (nhóm ít nhất 3 người).

- Xác định cấp mùi vị. Phương pháp này cho biết nhiều thông tin hơn phương pháp trước. Nhóm người nếm tiến hành công việc và xác định cấp mùi vị (nhóm có ít nhất 4 người). Mỗi người ghi nhận xét vào phiếu cấp độ từ 0 đến 12, từ đó xác định cấp độ mùi, vị và cảm giác. Các phiếu nhận xét phải giống nhau.

3.2.3. Đo trọng lượng

Nguyên tắc của phương pháp này dựa trên phép đo một số lượng bằng nhau hoặc tỷ lệ thuận với phân tố cần tìm. Việc đo MES sau khi đã phân tích pha rắn-lỏng là một ví dụ ứng dụng phương pháp này. Việc xác định các ion SO_4^{2-} có thể thực hiện bằng kết tủa $BaSO_4$. Rõ ràng là phương pháp này bị hạn chế bởi độ chính xác của cân đo.

3.2.4. Đo thể tích

Về định nghĩa, đây là phép đo thể tích một dung môi đã được chuẩn độ tỷ lệ với phân tố cần tìm. Các phản ứng được tiến hành có thể là:

• *Trạng thái cân bằng của axit và kiềm*. Khi xác định TA và TAC, axit chuẩn độ được dùng là axit sufuric. Các chỉ thị màu đã được lựa chọn tuỳ theo độ pH khi chuyển màu.

http://tieulun.hopto.org

• *Kết tủa:* Ví dụ như sự kết tủa clorua bạc bởi một dung môi là nitrat bạc. Kết thúc của phản ứng được thấy rõ bởi màu đỏ của chất kết tủa cromat bạc. Đó là một chất muối dễ hoà tan hơn clorua bạc.

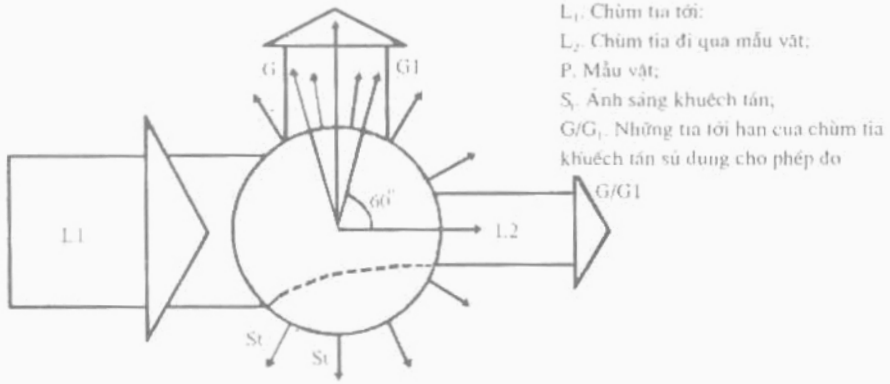
• *Ôxy hoá khử.* Trong trường đo độ ôxy hoá bằng pecmanganat và đo COD, các chất ôxy hoá pec-manganat và bicronat kali được đưa vào thừa nhiều hơn chất hữu cơ mà ta muốn chuẩn độ. Một chất khử (chẳng hạn là muối molir) cho phép xác định lượng chất ôxy hoá còn lại. Kết thúc phản ứng được thể hiện bởi sự chuyển đổi màu.

• *Chuẩn độ bằng phức chất:* Độ cứng được xác định bằng phức hoá các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} với một dung dịch chuẩn độ phức chất EDTA. Cuối phản ứng cũng là đo màu

3.2.5. Đo độ đục bằng khuếch tán ánh sáng

Phương pháp đo độ đục như sau (hình 160). Các phần tử có trong nước ít nhiều đều khuếch tán ánh sáng. Nếu một bộ quan sát được đặt vuông góc với tia tới thì nó sẽ nhận được một chùm ánh sáng tỷ lệ với các phần tử có trong nước. Một số thiết bị còn so sánh lượng ánh sáng khuếch tán với lượng ánh sáng truyền tới để tính được những vật chất kém khuếch tán ánh sáng. Độ đục có được sẽ được đem so sánh với mẫu chuẩn (AFNOR, ASTM và ISO) và tính bằng NTU (độ đục theo đục kế, tương đương với JTU là độ đục Jackson hoặc FTU là đô đục Formazine).

Phương pháp này cần có các lưu ý sau đây: tránh các bọt khí, có pha loãng với độ đục cao. Phép đo so sánh độ đục chỉ thực hiện trên cùng một thiết bị.



Hình 160. *Nguyên lý của bộ đo độ đục*

http://tieulun.hopto.org

3.2.6. Phép đo dòng điện bằng ampemét

Các chất ôxy hoá như clo, clodioxyt, ôzôn có thể đo lường bằng phép đo dòng điện. Dòng điện khử cực giữa hai điện cực tỷ lệ với nồng độ chất ôxy hoá. Đặc tính này cho phép đo trong mạng dẫn nước. Để bảo đảm độ chính xác, tại phòng thí nghiệm người ta dùng một chất khử (phênilaxen ôxy) để làm giảm dòng điện xuống mức đặc trưng ở cuối phản ứng. Thực chất đây là phép đo thể tích mà sự kết thúc phản ứng được thể hiện rõ bằng phép đo dòng điện.

3.2.7. Phép đo bằng điện cực

Sự khác nhau về thế năng đo được giữa điện cực chuyên dụng và điện cực đối chứng là một hàm số lograit (định luật Nernst) của hoạt tính của từng phần tử cần tìm. Điện cực đo độ pH, điện cực màng thuỷ tinh là các kiểu điện cực chuyên dụng tốt nhất. Đo bằng điện cực còn được dùng để đo điện thế oxy hóa khử. Nhờ có điện cực chọn lọc mà phép đo bằng điện cực có thể đo được 15 ion (Đồng hồ đo pH độ chính xác cao). Thêm nữa, cặp điện cực chỉ thị trong bộ đo cho kết quả rất chính xác.

Các điện cực để đo ion F^- và CN^- tự do được dùng nhiều nhất. Các điện cực chuyên dụng còn rất hữu ích để phân tích các phần tử ngay tại hiện trường nhưng nó đòi hỏi phải duy trì được nhiệt độ nhất định cho nước và đặt vào môi trường một lực ion.

3.2.8. Phép đo bằng quang phổ

3.2.8.1. Phép đo quang phổ hấp thụ phân tử

Đây là phương pháp hữu hiệu nhất để phân tích nước. Trước hết nó cần có một phản ứng tạo màu riêng biệt của phần tử cần đo. Phương pháp này dựa trên nguyên lý là khi cho một chùm tia sáng đi qua dung môi có màu thì chỉ có một phần tia tới đi qua được. Phần tia bị hấp thu tỷ lệ với nồng độ của hợp chất có màu cần tìm (định luật Beer-Lambert). Kỹ thuật này cho phép phát triển hàng loạt phân tích tại phòng thí nghiệm với chùm tia liên tục, cho phép sử dụng một cách công nghiệp quang sắc kế để đo có trình tự và liên tục nhiều thông số (silic, amonium,..).

3.2.8.2. Phép đo quang phổ hấp thụ UV và IR

Đối với nước, kỹ thuật này được dùng trước hết để đo số lượng họ MO. Phép đo hấp thu UV ở 254nm là một chỉ số đặc trưng của các chất có một hoặc nhiều liên kết bộ đôi.

Phép đo này cũng được dung để hoàn chỉnh các cuộc kiểm tra với các sóng dài khác (ví dụ axít có mùn). Việc đo đạc COT (NF T 90102) cần thiết

http://tieulun.hopto.org

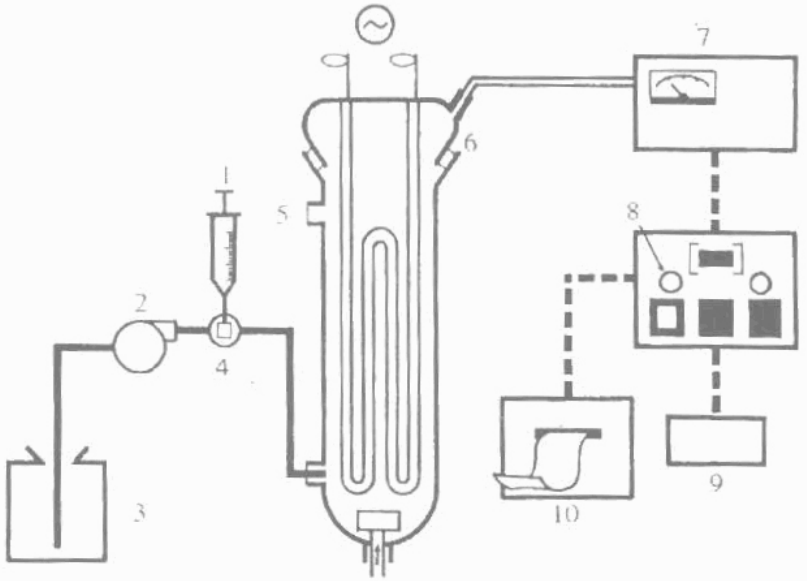
phải khoáng hoá cabon hữu cơ bằng hoá chất và oxy hóa bằng UV (hình 161) hoặc bằng sự đốt cháy và phát hiện CO_2 bằng IR. Giới hạn phát hiện của phương pháp này là 0,2 mg/l và độ chính xác là 10%.

Chỉ số CH_2 cho phép đo độ ô nhiễm bằng các hydrôcácbua. Nói chung, kỹ thuật được sử dụng dựa trên sự hấp thụ các mối liên kết -CH, $-CH_2$, $-CH_3$ đối với các tia hồng ngoại nằm trong khoảng số của sóng 2.800 và 3.000cm^{-1}. Hiện tồn tại nhiều phép đo mà việc ứng dụng chúng không được chắc chắn và khó giải thích.

3.2.8.3. Phép đo quang phổ hấp thu nguyên tử (AA)

Các nguyên tử của plasma tạo ra bởi bị kích thích nhiệt hoặc điện có thể hấp thụ bức xạ của các sóng dài rời rạc và riêng biệt.

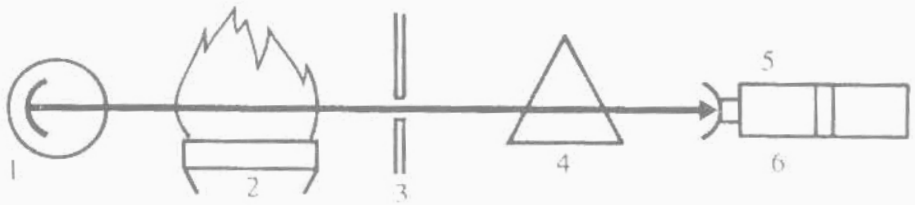
Khi hấp thụ nguyên tử bằng ngọn lửa (không khí/axêtilen hoặc nitơ protocid/axêtilen), mẫu nước có chứa các nguyên tố kim loại cần tìm bị phân tán thành bụi gồm các hạt nhỏ mịn trong ngọn lửa. Các kim loại được giải phóng bằng cách đó tạo ra một plasma nguyên tử tự do (hình 162). Trong trường hợp nguyên tử hoá không có ngọn lửa - bằng cách dùng điện - khối lượng được sử dụng sẽ nhỏ hơn. Dụng cụ để nguyên tử hoá là một ống bằng graphit được đốt nóng đến khoảng 1.500-2.800°C. Nó được dùng để tạo ra bốc hơi nguyên tử từ mẫu nước.



1. Bộ lấy mẫu tự động hoặc xilanh; 2. Bơm; 3. Chất phản ứng; 4. Lỗ tiêm; 5. Ra đường xả; 6. Bình phản ứng UV; 7. Bộ phát hiện bằng IR không tán sắc; 8. Bộ điều khiển; 9. Hiển thị; 10. In ấn; 11. Nitơ.

Hình 161. *Nguyên lý đo COT*

http://tieulun.hopto.org



1. Nguồn phát truyền phổ từ nguyên tố cần đo; 2. Ngọn lửa nguyên tử hoá hấp thụ; 3. Cửa sổ; 4. Máy đơn sắc lựa chọn vạch riêng biệt cho nguyên tố; 5. Bộ khuếch đại; 6. Máy chụp đa năng.

Hình 162. *Nguyên lý của phép đo quang phổ AA.*

3.2.8.4. Phép đo quang phổ phát ra từ ngọn lửa

Làm bốc hơi nước có chứa kim loại trong ngọn lửa chúng sẽ bị phá vỡ và phân li thành các nguyên tử của vết kim loại. Như vậy các nguyên tử kim loại được kích thích nhiệt bởi ngọn lửa. Việc quang phổ trở về dạng cơ bản kèm theo việc phát ra bức xạ. Độ dài của sóng bức xạ đặc trưng cho nguyên tố cần tìm và cường độ của chúng tỷ lệ với nồng độ. Phương pháp này thích hợp để đo trực tiếp các nguyên tử kiềm như Na, K, Li.

3.2.8.5. Phép đo bằng quang phổ của plasma có cặp cảm ứng (ICP)

Phép đo quang phổ plasma có cặp cảm ứng là kỹ thuật dựa trên hiện tượng phát ra nguyên tử từ nguồn plasma Argon. Ở nhiệt độ cao, một hỗn hợp nguyên tử và các phần tử tích điện được hình thành giữa Argon tuỳ theo sự cân bằng: $Ar \Leftrightarrow Ar^{+} + e^{-}$.

Plasma sinh ra nhờ sự cảm ứng của máy phát cao tần. Nhiệt độ biến đổi trong khoảng 6.000-8.000°C. Các nguyên tố cần khảo sát được đưa vào plasma và chúng được biến thành hơi nguyên tử hoặc có khi hơi ion do sự kích thích trong khi chúng va chạm với các phần tử cấu tạo nên plasma. So với phép đo quang phổ hấp thụ nguyên tử không dùng ngọn lửa thì kỹ thuật này được ứng dụng rộng rãi hơn nhưng khả năng phát hiện thì lại kém hơn. Nhiệt độ cao của plasma làm hạn chế sự giao thoa của các bao sắc thể và do vậy ICP sẽ được sử dụng rộng rãi để tìm kim loại nặng trong bùn của các trạm ERU có bao sắc thể giầu phần tử hữu cơ và cần thiết phải khoáng hoá thành môi trường axít. Tất cả các máy đo quang phổ đều có một hệ thống khuếch tán ánh sáng để lựa chọn độ dài sóng thích hợp và máy chụp đa năng đo cường độ thu được.

http://tieulun.hopto.org

3.2.9. Phép đo bằng huỳnh quang

Huỳnh quang là một hiện tượng phát quang: các phân tử phát truyền tia đi theo mọi hướng nhờ năng lượng thu được từ ánh sáng tới. Đó là đặc tính của hợp chất thơm mạch vòng. Việc đo đạc thực hiện được nhờ vào các máy đo quang phổ huỳnh quang có ánh sáng tới là UV. Số liệu thấy và đọc được ở góc 90^{00} so với ánh sáng UV và tia sáng thấy được.

3.2.10. Phép đo sắc ký

Để xác định và đo lượng MO, nói chung người ta dựa vào phép đo sắc ký.

Ở phép đo sắc ký khí (CG) người ta dùng kỹ thuật cột nước mao dẫn để đo vì nó có khả năng phân giải không cân bằng, có khả năng phát hiện đa năng và vì nó dễ dàng lắp ráp với máy đo quang phổ chất (SM).

Một máy đo sắc ký thể lỏng hay thể khí đều gồm có 3 phần: một đầu phun, một cột phân li và một bộ dò tìm. Sau khi đưa mẫu vật vào bằng cách phun qua kim tiêm nhỏ, việc phân tách các phân tử được thực hiện trong cột tuỳ thuộc vào gradien nhiệt độ. Khi đi ra khỏi cột, sắc ký hợp chất đã phân tách lần lượt đi qua bộ phận dò tìm. Bộ phận này cho những tín hiệu pip-pip. Nhịp điệu tín hiệu tỷ lệ với lượng hợp chất phun qua. Bằng một cột vạch chuẩn nằm nghiêng, nó cho phép thực hiện được sự phân tách về số lượng. Bộ dò tìm đa năng có độ nhậy trung bình đối với hầu hết các hợp chất hữu cơ, trong khi đó bộ dò tìm chuyên dụng có khả năng đáp ứng rộng rãi hơn nhiều với một số họ hoá học.

Bộ dò tìm đa năng tiêu biểu nhất là bộ dò tìm ion hoá từ ngọn lửa (FID). Những bộ dò tìm chuyên dụng hút những điện tử (ECD) nhạy cảm với những hợp chất halogien, bộ dò tìm nhiệt-ion quang hoá dành cho các hợp chất nitrogen và photpho. Bộ dò tìm quang hóa (PID) dùng cho các hợp chất thơm. Bộ sắc ký lỏng áp lực.

(HPCL) thường được dùng cho thể biến động của các dung môi có nước hoặc dung môi hữu cơ. Kỹ thuật thực hiện chúng phong phú hơn so với thể khí. Phép đo sắc ký đảo pha được dùng để xác định HPA. Phép đo này dùng một pha lỏng có cực để tạo ra cột chứa pha không cực. Phép đo sắc ký ion (bằng cách trao đổi ion) cho phép phân tách số lượng lớn cation và anion.

Phép đo sắc ký nhiều loại trừ phân tách các hợp chất trên các khối băng rỗng tuỳ theo kích thước của chúng và cho phép xác định trọng lượng phân tử biểu diễn của chúng; phân loại trọng lượng các phân tử khác nhau luôn sẵn giành cho các phân tách tiếp sau.

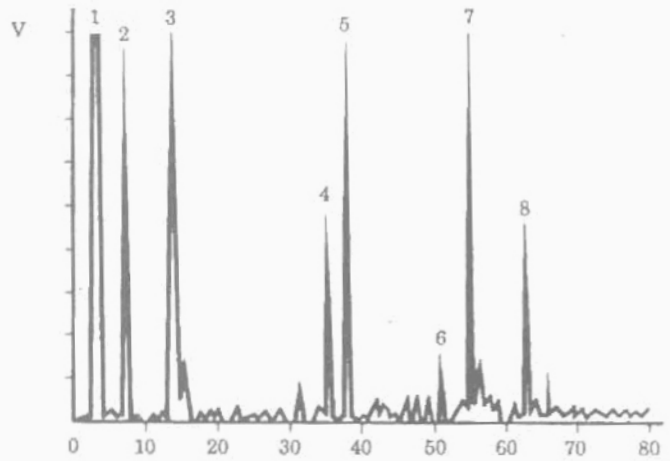
http://tieulun.hopto.org

3.2.11. Phép đo cực phổ

Phép đo cực phổ dựa trên sự theo dõi đường cong đo cường độ của dòng điện-điện thế. Giữa hai cực (nói chung một trong hai cực được phân cực bằng giọt thuỷ ngân còn cực kia giữ nguyên) cường độ dòng điện sẽ thay đổi theo sự biến đổi của điện thế. Hiệu số cường độ giữa hai đường biểu diễn tỷ lệ với phần tử được ôxy hoá hoặc bị suy giảm. Một trong những ứng dụng chính của phép đo này là để phân tích các cation kim loại và phân tích "sự hình thành" của chúng (mức độ ôxy hoá, mức độ phức tạp). Sự đa dạng của kỹ thuật này đã nâng cao được độ nhạy của nó.

3.2.12. Phép đo quang phổ chất (SM)

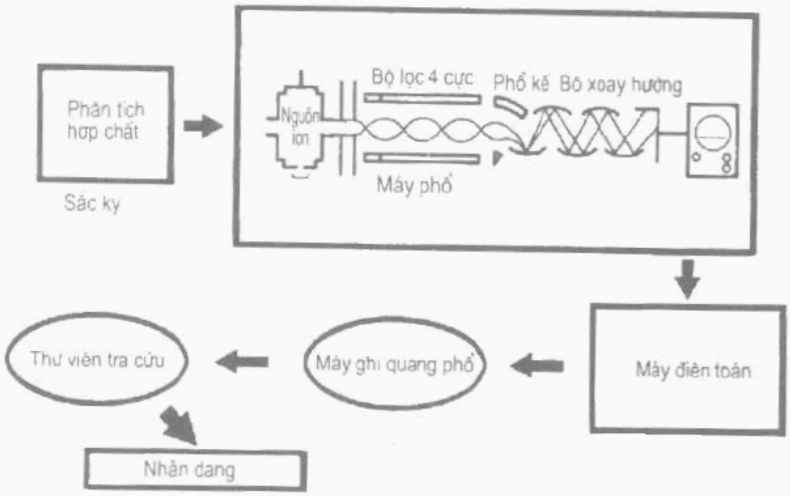
Một sử dụng tổ hợp CG-SM cho phép xác định được các họ khác nhau của hợp chất có thể đo sắc ký ở thể hơi khi chỉ dùng duy nhất một dung dịch chiết suất (ví dụ như dicloromêtan) và chỉ một sự phân tích bằng sắc ký. Các hợp chất ra khỏi máy sắc ký bị phân tán khi bị bắn phá điện tử. Toàn bộ các ion xuất hiện tạo ra quang phổ đặc trưng cho phân tử. Máy tính sẽ hỗ trợ cho kỹ thuật để khai thác các quang phổ này. Phép đo này là hiệu quả nhất vì nó giúp ta nhận diện các phân tử ngay cả khi phân tích yếu ở cột nước. Đó chính là lợi điểm của phép đo quang phổ chất so với các máy dò tìm chuyên dụng (hình 164).



1. Dung môi; 2. Toluene; 3. Clo benzen; 4. Triclo benzen; 5. Clorueni benzen; 6. Triclorue benzen; 7. Cloroni benzen. 8. inconnu

Hình 163. *Sắc ký của nước mặt bị ô nhiễm*

http://tieulun.hopto.org



Hình 164. *Nguyên tắc sử dụng máy quang phổ chất*

3.2.13. Phép đo độ phóng xạ

Để kiểm tra mạng phân phối nước sinh hoạt, nói chung việc phân tích được thực hiện không có phân tích hoá học trước.

- Hoạt tính α;
- Hoạt tính β;
- Quang phổ γ.

Trong những trường hợp phức tạp nhất, người ta dùng phép phân tích phóng xạ chi tiết sau khi đã phân tích hoá học. Để kiểm tra nước, chỉ có các hoạt tính β và γ được chấp nhận để theo dõi sự biến đổi phóng xạ. Tuy vậy, độ phóng xạ của nước thường yếu và do vậy có ít thiết bị đo đếm được chính xác. Các bộ phận phát hiện được dùng nhiều nhất là:

- Máy đo bằng khí sử dụng ion hoá (máy Geiger-Mullen, máy đo tỷ lệ);
- Máy đo bán dẫn, nhạy cảm với các tia bức xạ.

3.2.14. Kỹ thuật tổng hợp

Phần lớn việc phân tích cuối cùng đòi hỏi dùng nhiều kỹ thuật. Việc dùng tổ hợp CG-SM là một trong các ví dụ: phát hiện, tiếp theo là phân tích.

Những phương pháp tổng hợp xác định MO nói chung được chia thành:

	Phản ứng	Phát hiện
COD	Ôxy hoá khí sôi	Đo thể tích bằng ôxy hoá khử
COT	Đốt, ôxy hóa học + UV	Hấp thụ IR cho CO_2
BOD	Ôxy hoá sinh học	Đo thể tích O_2 hoặc điện cực chuyên dụng-đo áp suất

http://tieulun.hopto.org

3.3. Phân tích vi sinh

3.3.1. Vi khuẩn học

Phân người là nguồn chính có vi khuẩn gây bệnh trong nước. Các vi khuẩn chỉ lan truyền từ một lượng rất nhỏ mà số lượng của chúng cũng không nhiều. Để có được một phương pháp đơn giản và hữu hiệu, người ta chỉ tìm kiếm các vi khuẩn gây bệnh từ phân người, các loại bào tử yếm khí khử lưu huỳnh.

Với một cuộc kiểm tra hoàn chỉnh hơn, người ta còn tìm kiếm cụ thể hơn: Salmonella, Shighella, Legionella, Giardia, Vibrio cholerae.

Với nước thải, người ta thống kê trước hết là các khuẩn coli, tiếp theo là khuẩn coli phân người, và khuẩn streptococ phân người.

Với nước sinh hoạt, nên tính đến các vi khuẩn ưa nhiệt độ trung bình tái sinh ở 20-37°C. Sự biến động của chúng là một chỉ số tốt để đánh giá chất lượng nước và trạng thái nguồn nước (cặn lắng, vùng tù hãm, cacbon đồng hoá được).

Các phương pháp thống kê sử dụng các môi trường nuôi cấy thích hợp và các phản ứng chuyển hoá để phát hiện các tập đoàn cần tìm kiếm. Trong trường hợp có được kết quả khả quan đối với môi trường đặc biệt cô lập, luôn cần phải có thí nghiệm kiểm định.

Việc thống kê nhanh các tập đoàn vi khuẩn kể cả khi kém chính xác là mục tiêu cần phải đạt tới để có được sự tự động hoá tiên tiến hơn trong việc khử trùng. Nguyên lý của các giải pháp rất đa dạng.

3.3.2. Virut học

Phương pháp được sử dụng nhiều nhất là thống kê virut đường ruột. Việc cô đặc trước là không thể thiếu được. Những kỹ thuật được sử dụng nhiều nhất là lọc hoặc tinh lọc trên màng, các phương pháp hấp thụ-tách rửa dựa vào các vật phụ trợ khác nhau (nitrat xenlulo, các ống dẫn bằng sợi thuỷ tinh, bột thuỷ tinh), các phương pháp kết bông hữu cơ.

Hầu hết các virut thường phải tìm trong môi trường nước có thể cô lập được trên các tế bào khác nhau. Những tế bào được dùng nhiều nhất là tế bào thế hệ sau của thận khỉ BGM, (Buffalo Green Monkey) hoặc các tế bào mô mới tạo của người. Xác suất phân li virut tăng theo số hệ tế bào được dùng.

http://tieulun.hopto.org

Như vậy nên sử dụng ít nhất hai hệ tế bào khác nhau.

Các bệnh phẩm cô đặc nhiễm truyền vào các môi trường nuôi cấy vi khuẩn trong ống nghiệm và việc xuất hiện của hiệu quả tế bào có được từ sự quan sát trên kính hiển vi chứng minh cho sự phát triển virut và là dấu hiệu sự tồn tại virút trong chất nhiễm truyền.

3.3.3. Tảo học

Việc thống kê tảo có thể tiến hành bằng kiểm nghiệm trên máy hiển vi quang học hoặc điện tử. Các loài tảo được phân biệt bởi sắc tố mà nó tổng hợp được, bởi hình thái và bởi cách sinh sản của chúng.

Nói chung các mẫu vật được giữ gìn bằng cách bổ sung phocmôn (3 đến 5ml dung môi nồng độ 40% cho 100ml mẫu vật). Nếu nước có ít tảo thì cần phải cô đặc lại. Việc cô đặc có thể thực hiện bằng cách quay ly tâm (5.000vòng/phút) hoặc bằng cách lắng đọng (1 tuần trong chai 1lít). Tiếp theo là thực hiện việc đếm trên kính hiển vi.

Người ta cũng có thể đánh giá lượng tảo có trong nước bằng cách đo diệp lục tố, đặc biệt là các diệp lục a,b và c.

3.4. Bảng phân tích khái quát

Bảng 46 cho những lời khuyên chung nhất về kỹ thuật phân tích được sử dụng nhiều nhất của các thông số khác nhau của EP, EI và ER. Các thông số được phân cấp giống như tiêu chuẩn nước sạch của châu Âu. Bảng này được sử dụng cùng với các lưu ý sau đây:

- "Các kỹ thuật khác": Là những kỹ thuật phân tích khác với những kỹ thuật khuyến dụng của tiêu chuẩn AFNOR, chúng có thể bao gồm các tiêu chuẩn của ASTM;

- Phép sắc ký ion và phép quang phổ Plasma (IC) có liên hệ cảm ứng được ứng dụng rất rộng rãi (ICP) và chỉ được kể ra ở đây những ứng dụng thích hợp nhất;

- (*): Những phân tích cũng thường được dùng với nước thải;

- Phép so màu: phép đo quang phổ hấp thụ hiển thị;

- AA: phép đo quang phổ nguyên tử;

- CG: phép sắc ký ở thể khí;

- HPLC: phép sắc ký ở thể lỏng có áp suất cao.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 46. Khái quát về các phương pháp phân tích chính

Thông số	Tiêu chuẩn AFNOR			Tiêu chuẩn ASTM Sêri D	Các tiêu chuẩn khác
	Sô Sêri NFT	Kỹ thuật phân tích	Giới hạn phát hiện		
1	2	3	4	5	6
Các thông số cảm giác					
(*) Màu	90.034	Phép so màu	2,5mg/l Co.Pt		Đĩa nhuộm màu. Việc đo đạc không dùng cho một số loại nước thải
(*) Độ đục	90.053	Phép đo khúc xạ ánh sáng	0,1NTU	1880-81	Đĩa Secchi
Mùi vị	90.035	Phép phân tích bằng bộ dò	Không mùi vị	1292-86	
Các thông số hoá - lý					
(*) Độ pH	90.006 90.008	Chỉ thị màu Điện cực chuyên dụng		1293-84	
(*) Thế ôxy hoá khử -rH				1498-81	Điện cực chuyên dụng
(*) Độ dẫn điện ($\mu S.cm^{-1}$) hoặc điện trở	90.031	Phép đo độ dẫn điện		1125-82	
(*) Clorua	90.014	Phép đo thể tích (kết tủa)	5mg/l	512-81	Đo màu IC
(*) Sunphat	90.009	Phép phân tích trọng lượng (kết tủa)		516-82	Đo độ đục IC

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
Silic	90.007	Phép so màu	5µg/l	859-80	ICP
(*) Canxi	90.016 90.005	Phép đo tổng hợp EDTA AA	200µg/l	511-84	ICP Phép so màu
(*) Magiê	90.005	AA	50µg/l	511-84	ICP
(*) Natri	90.019 90.020	Phát truyền từ lửa AA	10µg/l	1428-82	IC
(*) Kali	90.019 90.020	Phát truyền từ lửa AA	50µg/l	1428-82	
(*) Nhôm				857-79	Phép so màu AA ICP
Độ cứng tổng hợp	90.003	Phép đo tổng hợp EDTA		1126-86	Phép so màu
(*) TAC - TA	90.036	Phép đo độ kiềm		1067-82	
(*) Cặn khô	90.029	Phép đo trọng lượng (bốc hơi)		1888-78	Tính toán từ độ dẫn điện
(*) Ôxy hoà tan	90.016	Phép đo thể tích (ôxy hoá khử) hoặc điện cực chuyên dụng		888-81	Tính toán từ độ dẫn điện
Anhidrit cácbon tự do	90.011	Phép đo axít		513-82	Tính cân bằng canxi cacbonic
Các thông số vật chất không mong muốn					
(*) MES	90.105	Lọc hoặc ly tâm và phân tích trọng lượng	0,5mg/l	1888-78	
(*) Nitrat	90.012	Phép so màu	1mg/l NO_3^-	992-71	Điện cực chuyên dụng-IC hấp thụ UV
(*)Nitrit	90.013	Phép so màu	5µg/l NO_2^-		

http://tieulun.hopto.org

	2		4	5	6
(*) Amoniac	90.015	Phép so màu hoặc đo độ kiềm	0,5mg/l NH_4^+	1426-79	Điện cực chuyên dụng
(*) NTK	90.110	Khoáng hoá và đo độ kiềm	0,5mg/l N	3590-84	
Khả năng ôxy hoá $KMnO_4$	90.050	Sự khử ôxy khi nóng	0,4mg/l O_2		Khử lạnh trong 4 giờ
(*) Tổng số cacbon hữu cơ	90.102	Ôxy hoá Hấp thụ IR	0,2mg/l	2579-85	
(*) H_2S				4658-87	Hoà loãng Đo thể tích cực chuyên dụng
Vật chất có thể trích ly bằng clorofom (SEC)	90.114				So màu Đo điện thế Chiết xuất Đo trọng lượng
(*)Tổng số hydrocacbua (CH_2)	90.114	Chiết suất và hấp thụ IR	50µg/l		Đo huỳnh quang UV
(*) Chỉ số phênol	90.109	Phép so màu	10µg/l phênol	1783-80	CG (4)
Bo	90.109	Phép so màu		3082-79	ICP
(*) Các chất tẩy anion	90.039	Chiết xuất và so màu	50µg/l LAS	2330-82	AA
Các dạng quặng	90.017	So màu hoặc AA	10µg/l 10µg/l	1068-84	CG ICP
Sắt	90.024	So màu hoặc AA	20µg/l	858-86	ICP
Mangan	90.112		10µg/l		
(*) Đồng	90.022	So màu hoặc	5µg/l	1688-84	ICP
	90.112	AA	1µg/l		Cực phổ
(*) Kẽm	90.112	AA	1µg/l	1691-84	ICP Cực phổ

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
(*) Phốtpho	90.023	So màu của octo photphat và các phôtphat có thể thuỷ phân	10µg/l	515-82	ICP
(*) Fluo	90.004	Điện cực chuyên dụng	50µg/l	1179-80	So màu
Coban	90.112	AA	1µg/l	1253-86	
Căn clo	90.037 90.038	So màu hoặc ôxy hoá khử	0,03 µg/l		Đo cường độ dòng điện
Căn ozôn					Đo thể tích
ClO_2 căn					So màu
Bari	90.118	AA	5µg/l	4382-84	Đo dòng điện
Bạc	90.112	AA	5µg/l	3866-82	ICP
Thong số của các chất độc					
Arsenic	90.026	So màu	1µg/l	2972-84	AA
Beryn				3645-84	
Cadmi	90.112	AA	0,1µg/l	3557-84	
(*) Xianua	90.107 90.108	So màu	10µg/l	2036-84	Đo ion
(*) Crôm	90.112	AA	1µg/l	1657-86	So màu ICP (Cr VI)
Thuỷ ngân	90.113 90.131	AA	0,03 µg/l	3223-86	
(*) Niken	90.112	AA	1µg/l	1886-84	ICP
(*) Chì	90.112 90.028	AA hoặc so màu	1µg/l	3559-85	Cực phổ ICP
Antimoine				3697-83	AA
Selen	90.025	So màu	5µg/l	3859-84	AA
Vanadi				3373-84	ICP
Thuốc diệt côn trùng	90.120	CC	10µg/l	3086-85 3478-83	
PCB				3534-85	CC
HPA	90.115	HPLC		4657-87	

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
Các thông số vi sinh vật					
(*) Tổng số khuẩn coli	90.413 90.414	Cấy vi khuẩn vào môi trường lỏng hoặc lọc trên màng			
(*) Khuẩn coli Phân người	90.413	Cấy vi khuẩn vào môi trường lỏng hoặc lọc trên màng		3508-76	
(*) Streptococ Phân người	90.414 90.416	Lọc trên màng Trộn thành thạch trắng hoặc lọc trên mầng Trộn vào thạch trang ở 37 và 20°C		F488-79 4455-85	Espifluorescence
Clo stuf		HPLC		3731	
Lưu huỳnh	90.415 90.417				
Thống kê tổng số phôi	90.401 90.402	So màu			
Diệp lục	90.116 90.117				
(*) *Các thông số đặc biệt FR*					
DCO	90.101	Đo thể tích oxy hoá khử:	30mg/l O_2	1252-83	
DBO	90.103	Đo the tích oxy hoá khử) Điện cực chuyên dùng	3mg/l O_2		Điện cực chuyên dùng
Sự ức chế động vật trong nước	90.301	Thử nghiệm đô hoạt động			
Tổng số hydro cacbua (bốc hơi từ nơi lọc dầu)	90.202 90.203	Kết hòng-lọc Chiết xuất Đo trọng lượng. Chiết xuất và hấp thụ IR		4281-83 3921 85 3328-78	Sắc ký. Đo huỳnh quang
Phénon bị lôi kéo theo hơi	90.204	Chiết xuất và so màu			

http://tieulun.hopto.org

4. NƯỚC SINH HOẠT VÀ NƯỚC SẢN XUẤT

Để thiết kế một trạm xử lý nước, cần phải biết một cách kỹ lưỡng sự phân tích hoá lý của nước, những vẫn chưa đầy đủ. Tuỳ thuộc vào việc sử dụng cuối cùng (nước uống hay nước sản xuất) cần phải thực hiện một số phép thử để chọn phương pháp và đánh giá hiệu quả. Các phép thử này cần thực hiện tại chỗ hoặc trong thời gian rất ngắn sau khi lấy mẫu.

4.1. Thử nghiệm khả năng xử lý

4.1.1. Nghiên cứu lắng tự nhiên và lắng trong phòng thí nghiệm

Trong trường hợp nước mang nhiều huyền phù (lớn hơn 2g/l) cần phải có một tầng loại bỏ sơ bộ các vật lớn. Các phép thử xác định tốc độ chuyển qua, có thể thêm chất phản ứng, thể tích bùn tách ra và nồng độ của chúng.

Ta thực hiện trên máy kết bông thí nghiệm cũng như đối với nghiên cứu đông tụ-kết bông có hoặc không có chất phản ứng vô cơ hoặc hữu cơ. Lắng trong ống thử, đo liên tục theo thời gian (MES của nước đã lắng và tỷ lệ bùn).

4.1.2. Nghiên cứu keo tụ và kết bông của nước

Nghiên cứu này có mục đích tìm bản chất và định lượng chất phản ứng cho phép xử lý nước trong các điều kiện tốt hơn:

- Chất keo tụ và kết bông;
- Chất hiệu chỉnh độ pH;
- Chất hấp phụ.

Chúng thường có lợi nếu thêm các chất ôxy hoá (clo, ôzôn, đioxyt clo). Liều lượng chất đa điện ly cần thiết để xác định bằng hiện tượng điện chuyển hoặc bằng phép thử kết bông.

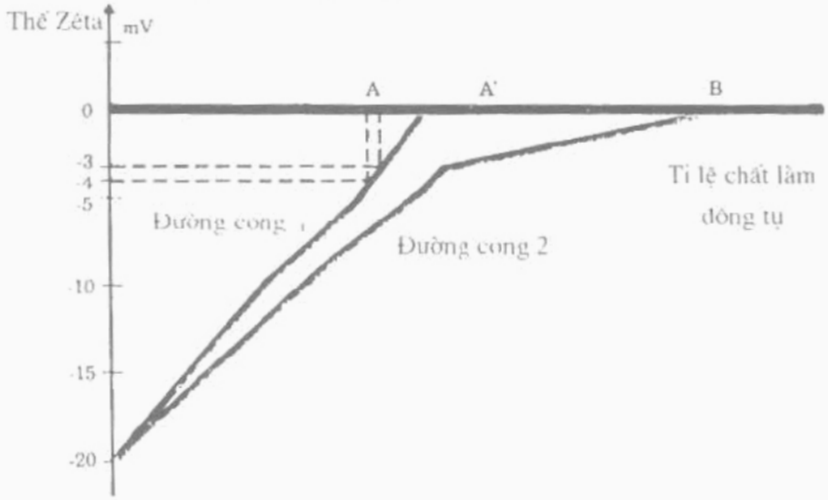
4.1.2.1. Hiện tượng điện chuyển

Kỹ thuật này là việc quan sát sự dịch chuyển của chất keo đặt trong một điện trường. Thiết bị sử dụng để xác định là zetamét gồm một hộp kiểm tra, một tế bào quang điện, một đèn chiếu, một kính hiển vi hai thị kính cho phép kiểm nghiệm các hạt mà kích thước gần micromet. Đo tốc độ dịch chuyển của các hạt keo bằng tay hay tự động. Trước hết các phép xác định được thực hiện trên nước thô, sau đó tăng liều lượng chất làm keo tụ. Thế Zêta của các hạt keo cho phép vẽ một đường cong biểu diễn sự chuyển biến thế năng phụ thuộc vào liều lượng chất đa điện ly (tính bằng mV, hình 165). Trong trường hợp nước tương ứng với đường cong 1 (đô đục chủ

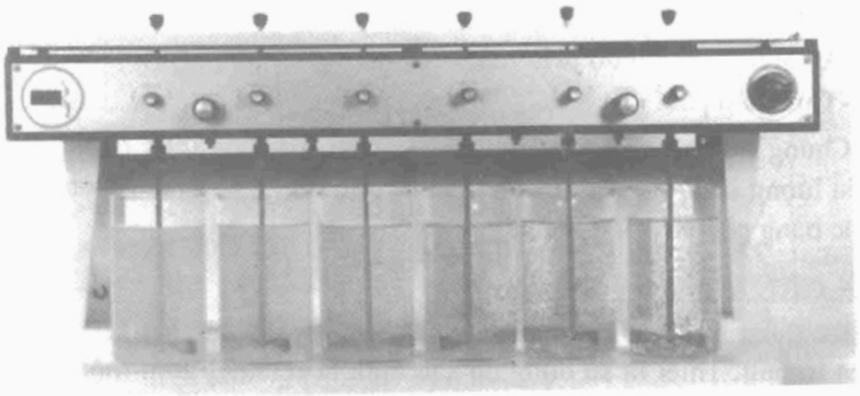
http://tieulun.hopto.org

yếu là keo), chỉ cần chấp nhận liều lượng A chất phản ứng có thể đạt được điện thế từ 3-4 mV. Ngược lại, nước tương ứng với đường cong (2) có nhiều tảo hay chất hữu cơ, cần phải có một liều lượng B để loại bỏ thế Zêta.

Vận chuyển nước từ nơi lấy mẫu về phòng thí nghiệm không có ảnh hưởng lớn đến kết quả của việc nghiên cứu điện chuyển.



Hình 165. *Xác định tốc độ xử lý bằng phương pháp thế Zêta*



Máy kết bông điều khiển bằng điện, bộ điều tốc và bộ chỉnh thời gian

4.1.2.2. Kết bông thử

Ngoài việc xác định liều lượng chất làm keo tụ, phép thử này cho phép nhìn thấy sự kết bông và biết hiệu quả của nó trong nước đã lắng cũng như trong bùn. Chúng cần phải tiến hành ở nhiệt độ gần với nhiệt độ sẽ thực hiện xử lý trong quy mô công nghiệp.

http://tieulun.hopto.org

Trước hết ta thử nghiệm chỉ với một chất phản ứng với các liều lượng khác nhau. Nếu kết quả chưa đầy đủ, thì ta bắt đầu làm lại phép thử bằng cách lặp lại các phép thử đã cho kết quả tốt nhất trong lần thử đầu và đồng thời làm một số thí nghiệm xử lý khác. Trong trường hợp sử dụng nhiều chất phản ứng, điều quan trọng là phải tính đến thứ tự theo thời gian và hiệu quả của việc đưa các chất này vào.

Một thiết bị jatest kết bông cho phép khuấy đồng thời chất lỏng chứa trong một loạt bình, sau đó lấy kết quả keo tụ thử ở từng bình so sánh với nhau. Giá trị tối ưu của tốc độ quay gần 40 vòng/phút đối với cách khuấy 1×5cm quay trong bình thủ thể tích 1lít. Thời gian khuấy trong vòng 20 phút. Sau đó ghi lại các thông tin sau:

• *Liều lượng chất phản ứng và trình tự đưa chất phản ứng vào;*

• *Hình dạng kết bông biểu diễn như sau.*

0: Không có bông cặn;

2 : Bông cặn vừa đủ nhìn, các điểm nhỏ;

4 : Bông cặn nhỏ;

6 : Bông cặn kích thước trung bình;

8 : Bông cặn tốt;

9 : Bông cặn rất lớn.

• *pH sau kết bông*

Để thu được kết quả tốt nhất, những nhận xét hoàn chỉnh được thực hiện theo các thông tin sau:

- Màu và độ đục của nước đã lắng;

- Tỷ lệ phần trăm của bùn sau khi lắng;

- Tốc độ lắng của bông cặn;

- Hệ số dính kết của bùn hay tốc độ lắng của bùn;

- Trị số oxy hoá với permanganat của nước đã lắng gạn;

- Đo kết quả xử lý các chất đặc biệt: Fe, Mn, COT, chất ô nhiễm đặc biệt

4.1.2.3. Thử nghiệm lắng

Nghiên cứu hiện tượng điện chuyển và các phép thử kết bông chưa đủ để chuyển các kết quả sang tỷ lệ ở quy mô công nghiệp, vấn đề đầu tiên là phải biết ở tốc độ nào để cho bể lắng hoạt động. Do đó ta phải nghiên cứu lắng thử.

http://tieulun.hopto.org

Có hai trường hợp sau:

- Kết bông tương đối ít:

Nếu ta cho lắng tĩnh nước đã kết bông, một trong số các phần tử lắng xuống như khi nó có một mình, một số lắng với tốc độ lớn, còn một số khác chậm hơn. Chất lỏng được làm trong từ từ, một lớp lắng cặn tạo thành ở đáy bình, đó là lắng cặn kết bông.

- Kết bông nhiều:

Lắng sinh ra trên một tập hợp các hạt đã kết bông làm xuất hiện ở phần trên của bình một lớp nước trong nằm trên một lớp bùn. Đó là lắng bị hạn chế hay bị hãm, thực tế nó chỉ xảy ra khi xử lý chất lỏng chứa rất nhiều chất có khả năng kết bông.

Các biện pháp thực hiện rất khác nhau trong từng trường hợp.

• *Phương pháp đo hệ số ket dính của bùn*

Nếu ta thêm vào nước một số lượng bùn tăng dần ở phép thử trên, ta nhận thấy rằng tốc độ lắng tăng. Điều đó xảy ra cho đến khi ta đã nạp vào chất lỏng một lượng bùn đủ lớn để nhận được lắng bị hạn chế. Sự theo dõi này là cơ sở ứng dụng công nghiệp của thiết bị lắng "tiếp xúc lớp bùn"

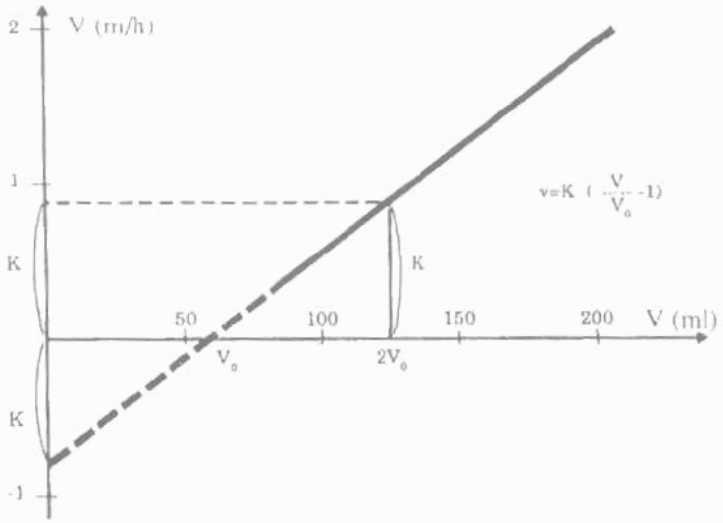
Người ta khẳng định rằng một lớp bùn chịu tác dụng của dòng nước đi lên tự giãn nở và chiếm một thể tích biểu kiến gần tỷ lệ với tốc độ của nước theo quan hệ đặc trưng bằng độ co kết của bùn. Ta dùng một ống nghiệm 250ml trong đó đưa bùn đã thu được ở các bình khác nhau trong quá trình thử kết bông, mỗi bình nhận cùng một liều lượng chất phản ứng. Ta để lắng trong 10 phút, sau đó bùn thừa chuyển bang sì phông ra ngoài, chỉ để lại trong ống nghiệm một thể tích khoảng 50ml

Sau đó ta đưa vào ống nghiệm một phễu có ống dài, đầu ống đặt cách đáy ống nghiệm khoảng 10mm. Rót nước đã lắng ở thí nghiệm tạo bông có pH và nhiệt độ không thay đổi vào bình thí nghiệm bùn qua phễu đã đặt trước. Nước phải được rót ít và nhẹ để không kéo theo bọt khí theo ống vào bình. Cần đưa nước vào ống nghiệm một cách ngắt quãng với số lượng nhỏ. Nước dư thừa chảy qua bờ tràn phía trên ống nghiệm. Điều đó có tác dụng để bùn giãn nở, và ta xác định tốc độ đi lên của nước tương ứng với trạng thái giãn nở khác nhau của bùn. Đo thời gian T(s) tương ứng với thời gian đưa 100ml nước vào một thể tích V ml của bùn là 100-125-150-175-200ml.

Để tính toán tốc độ V, nếu A là chiều cao ống nghiệm (mm) tương ứng với 100ml (khoảng cách giữa các vạch 100 và 200ml trên ống nghiệm 250ml) thì: $V = 3,6A/T$ (m/h).

http://tieulun.hopto.org

Ta biểu diễn kết quả bằng đồ thị với v là tung độ và thể tích V là hoành độ (hình 166).



Hình 166. Đo hệ số cô kết của bùn

Ta nhận thấy rằng đường cong biểu diễn sự thay đổi của tốc độ phụ thuộc vào thể tích của bùn giãn nở là một đường thẳng.

$$v = K\left(\frac{V}{V_0} - 1\right)$$

Trong đó:

v - Tốc độ đi lên của nước trong ống nghiệm cần thiết để thu được thể tích V;

V - Thể tích biểu kiến của bùn giãn nở;

V_0 - Thể tích của bùn lên lên tương ứng với tốc độ bằng O và được đo trên đồ thị.

Hệ số "K" đặc trưng cho sự đính kết tủa của bùn ta gọi là hệ số cô kết bùn. Nó phụ thuộc vào nhiệt độ do đó cần phải rất chú ý. Đối với bùn đồng nhất có khả năng lắng nhanh, giá trị hệ số K có thể đạt tới 0,8-1,2.

Ngược lại đối với bùn gồm các bông dễ vỡ, nhẹ và nhiều nước, hệ số K có giá trị không vượt quá 0,3. Đo hệ số bùn có cấu trúc đã nêu là một chỉ dẫn quí giá để biết được quá trình kết tủa trong bể lắng "tiếp xúc bùn" và để xác định ảnh hưởng của chất kết bông.

http://tieulun.hopto.org

Không có quan hệ giữa độ lớn của bông cặn và sự cô kết giữa chúng.

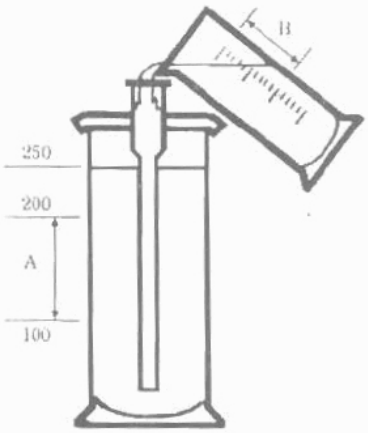
• *Đo tốc độ lắng hạn chế*

Khi thử nghiệm kết bông trực tiếp tạo ra sự lắng đọng hạn chế, đương nhiên là không có lợi và lại có hại bởi sự làm giàu thêm chất lỏng với bùn và do đó không có các thông số để sử dụng cho bể lắng kiểu "tiếp xúc bùn".

Ta tìm cách đo trực tiếp tốc độ co lại của khối bùn sinh ra từ kết quả thử kết bông và xem như nó xảy ra trong tự nhiên và trong bể lắng với tỷ lệ công nghiệp. Người ta dùng một cách đo như đối với hệ số K, nhưng làm việc ở nồng độ bùn tương ứng với số bùn thu được trong 1 lít nước kiểm định.

Ta cho đầy chất lỏng đã được keo tụ, tạo bông vào ống nghiệm 250ml, để lắng bùn từ 5-10 phút để tạo lại các bông cặn sau đó bằng phễu đưa nước vào một cách không liên tục làm cho bùn giãn nở dần dần cho đến khi nó trở lại thể tích ban đầu 250ml.

Tốc độ tìm thấy cho biết tốc độ đi lên mà theo lý thuyết là tốc độ đi lên cho phép trong bể lắng có tỷ lệ công nghiệp. Nó tương ứng với tốc độ của phần tuyến tính của đường cong Kynch.



Hình 167. *Tốc độ Vs = 0,6AB/1.000 (ml/giờ)*

Tóm tắt các thao tác:

- Chiều cao ống nghiệm 100ml là Amm;
- Thể tích nước đưa vào trong 1phút để duy trì lớp trên của bùn ở mức chất lỏng đặt trong ống nghiệm 250ml là Bml;
- Tốc độ lắng lý thuyết: V_s (m/h).

Tiếp theo công đoạn này, cần để bùn tự lắng tự nhiên trong ống nghiệm và ghi lại thể tích biểu kiến so sánh với thể tích chiếm chỗ ban đầu của lớp bùn như là hàm số của thời gian (từ 0-2h). Điều đó cho phép biết được thể tích bùn cần lấy ra để phục vụ cho tính toán một số bộ phận của bể lắng như hố thu gom bùn, các cánh cào bùn,...

4.1.2.4. Thử tuyển nổi

Dùng một bình nước đã được nén áp lực. Thể tích nước đã bão hòa không khí do nén áp lực được đưa đến các bình thí nghiệm chứa nước xử lý đã có keo tụ từ trước. Ta cần chú ý các đặc tính sau:

- % nước áp lực đã bão hoà không khí;
- Tốc độ nổi của bọt khí;

http://tieulun.hopto.org

- Tốc độ nổi của bông cặn;
- Hình dạng bông cặn;
- Bề dày bánh bùn nổi trên mặt;
- Các phép đo trong nước đã tuyển nổi: độ đục, màu, MO;
- Độ bền và khả năng nạo vét được của bùn.

4.1.3. Thử nghiệm làm mềm nước bằng vôi

Về nguyên tắc, chất làm keo tụ là clorua sắt II nhưng ta cũng có thể thử bằng sunfat nhôm có hoặc không có chất phụ gia. Sau khi lọc qua giấy (nhôm hoà tan rõ nét trong môi trường kiềm) sulfat nhôm được định lượng vào nước.

Ta tiến hành phép thử đầu tiên không có chất làm keo tụ để xác định liều lượng của vôi bằng cách đưa vào đồng thời 10g $CaCO_3$ dạng bột (50µm) trên 1lít, khuấy trong 5phút, lắng và lọc trên giấy lọc chậm. Lấy nước đã lọc ghi vào bảng dưới.

Tiếp theo, với một liều lượng vôi đã cho hoặc TA lớn hơn 0,5°F bằng một nửa TAC, hay TH nhỏ nhất, ta tiến hành thử lại kết bông nhưng với liều lượng chất kết bông tăng lên.

	Liều lượng vôi (mg/l)				
	100	125	→	350	375
TA					
TAC					
TH					
TCa					

Trong trường hợp loại bỏ silic, ta dùng một chất phản ứng khác (có chứa magê) và xác định liều lượng silic được thực hiện ở nước đã lọc. Trong trường hợp làm mềm nước cần sử dụng cácbonat natri.

4.1.4. Xác định nhu cầu chất ôxy hóa

4.1.4.1. Thử tinh hấp thu clo

Người ta dùng một loại bình có cùng dung tích, cấu tạo từ cùng một loại thuỷ tinh. Đưa vào trong mỗi bình cùng một thể tích nước cần kiểm nghiệm và một liều lượng clo xác định. Liều lượng này tăng dần từ bình thứ nhất đến bình cuối cùng. Sau một thời gian tiếp xúc tương đương với thời gian lưu nước trong thiết bị, ở nhiệt độ không đổi và không có ánh sáng, ta đo lượng clo dư trong nước ở mỗi bình (đối với một số nghiên cứu có yêu cầu thực hiện nghiên cứu trong những thời gian tiếp xúc khác nhau (1, 2, 5...24h). Ta

http://tieulun.hopto.org

xây dựng đường cong dư của chất khử trùng phụ thuộc vào liều lượng đưa vào. Điều luôn luôn nên làm là phân tích lượng clo tổng và clo tự do, nhất là khi đường cong hấp thụ không thể hiện điểm tới hạn để xác định yêu cầu clo phụ thuộc vào lượng clo dư của đã chọn trong một thời gian tiếp xúc xác định. Và lại một số phép đo đặc biệt có thể thực hiện tuỳ thuộc vào sự tăng liều lượng clo: tạo ra chất halogen, chất màu, chất hữu cơ, sự ảnh hưởng đối với kết bông và ngưỡng mùi vị.

• *Phương pháp xác định nhanh điểm tới hạn*

Nó dùng để thực hiện một phép đo bằng cách đưa vào nước thô một lượng lớn clo dư thừa (điểm A của hình 119), sau khi cho tiếp xúc, đo lượng clo dư Aa (hình 119) cho phép xác định gần đúng giá trị của điểm tới hạn:

$$Om = OA - Aa$$

• *Thử tiên mạng, đường cong hấp thụ clo động*

Đối với một liều lượng clo đã chọn, ta đo nồng độ clo tự do và nồng độ tổng (xem hình 120). Phần đường cong cần kiểm nghiệm tương ứng với nhu cầu tức thời (nhỏ hơn 1h) và tiêu thụ sau một thời gian tiếp xúc dài (mạng ống dẫn). Phép thử này có thể chỉ ra khả năng sử dụng clo hoá ở các điểm khác nhau của mạng ống dẫn.



Hình 168. *Thử tuyến nối trong phòng thí nghiệm*

4.1.4.2. Thử nghiệm sự hấp thụ của dioxyt clo

Để biết nhu cầu về dioxyt clo của nước, ta thực hiện cùng một cách như đối với xác định nhu cầu clo. Ta xây dựng đường cong dư chất khử trùng phụ

http://tieulun.hopto.org

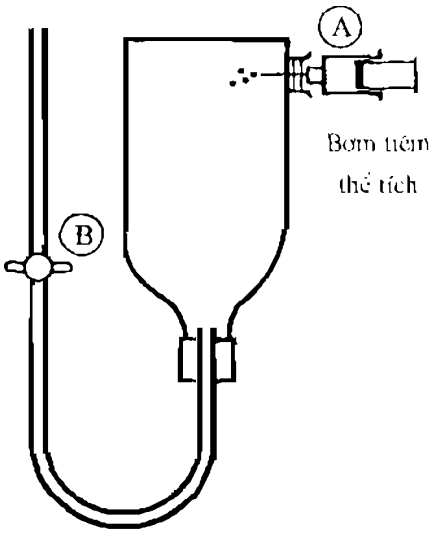
thuộc liều lượng đưa vào. Sự có mặt của amoniac, đường cong không thể hiện điểm tới hạn (dioxyt không tác dụng với ion amoni). Một dung dịch đặc dioxyt clo được điều chế từ clorit natri có dư axít clohydric.

Nồng độ dung dịch mẹ khoảng 15g/l ClO_2. Dung dịch con nói chung được điều chế vào khoảng 0,5g/l. Nồng độ này phải được kiểm tra khi có và không có clorit.

4.1.4.3. Thử nghiệm hấp thụ ôzôn

Trong phòng thí nghiệm hay tại hiện trường, yêu cầu ôzôn của nước được xác định bằng cách dùng thiết bị thí nghiệm (hình 169).

Ta bơm ozon được sản xuất từ không khí vào vị trí A nhờ một xi lanh. Mở van B cho phép dịch chuyển một thể tích nước tương đương với thể tích khí chứa ôzôn. Sau khi đóng van B, bình được khuấy thủ công trong thời gian tương đương với thời gian tiếp xúc của nước trong cột ôzôn hoá. Ôzôn dư được định liều lượng bằng phép chuẩn độ trong diétylphenyl diamin sau khi cho thêm Iodua kali.



Hình 169. *Thiết bị thí nghiệm xác định yêu cầu ôzôn*

Tỷ lệ ôzôn đưa vào được xác định bằng công thức:

$$\text{Liều lượng ôzôn (mg/l)} = \frac{C_{OZ} \cdot V}{V - v};$$

Trong đó:

C_{OZ} - Nồng độ ôzôn trong hỗn hợp khí (mg/l);

V - Thể tích của bình (l);

v - Thể tích không khí chứa ôzôn (l).

Ta biểu diễn trên biểu đồ nồng độ ôzôn dư khác nhau theo tỷ lệ ôzôn đưa vào, nói chung ta nhận được một đường thẳng (hình 170) với các điểm quan trọng sau:

Điểm A: giao điểm của đường thẳng kéo dài với trục hoành biểu diễn tỷ lệ ôzôn cần phải đưa vào để đáp ứng đầy đủ yêu cầu hoá học của ôzôn trong nước và xem như bắt đầu xuất hiện ôzôn dư

http://tieulun.hopto.org

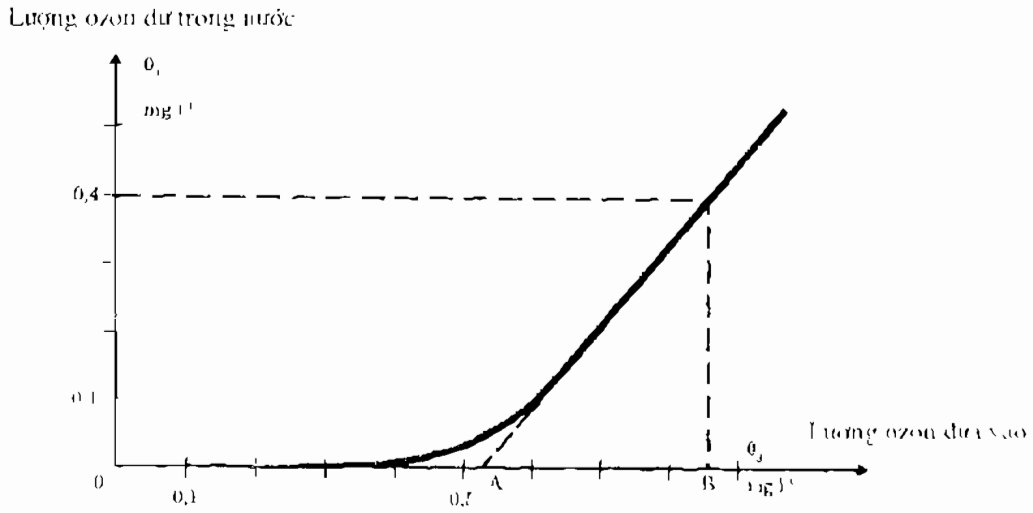
Điểm B: của đường thẳng tương ứng với tỷ lệ ôzôn phải đưa vào để thoả mãn nhu cầu ôzôn và đạt được một lượng ozôn dư là 0,4mg/l sau một thời gian tiếp xúc đã chọn.

4.1.5. Thử nghiệm khử bỏ khí

Đôi khi, điều có lợi là khử khí CO_2 ra khỏi nước bằng dòng chảy nhỏ giọt tiếp xúc với không khí. Để đánh giá hiệu quả của công việc cần phải tiến hành như sau:

- Sử dụng hai bình 1 lít, truyền nước từ bình này sang bình khác tạo một độ cao chênh lệch là 20cm với lưu lượng khoảng 1 lít trong 10s.

- Đo liều lượng CO_2 bay ra và nhớ rằng pH là hàm số của lượng CO_2 thoát ra, ghi và theo dõi độ pH cho đến khi độ pH không thay đổi nữa.



Hình 170. *Nhu cầu ôzôn, đường cong hấp thu*

4.1.6. Thử nghiệm khử sắt bằng hoá lý

Khử sắt bằng ôxy hoá trong không khí không phải lúc nào cũng có khả năng thực hiện, đặc biệt đối với nước chứa nhiều chất hữu cơ. Để xác định điều này, cần phải thực hiện một phép thử nghiệm tại hiện trường ngay sau khi lấy mẫu:

- Làm thoáng nhanh bằng cách chuyển 20 lần nước từ bình này sang bình khác;

- Lọc trên giấy cứng, bông xanh hay màng lọc cỡ 0,45µm;

http://tieulun.hopto.org

- Kiểm tra liều lượng sắt dư, sự tiến triển của độ pH, ôxy hoà tan và khí cácbonic.

Nếu liều lượng sắt dư không nhỏ hơn 0,1mg/l phải thực hiện các phép thử phức tạp hơn, nếu có thể thực hiện ở các thiết bị thử mẫu bằng cách dùng chất ôxy hoá khác hay chất làm keo tụ và kết bông khác (ví dụ alginat).

4.2. Đo các tham số tổng quát

Trong lĩnh vực xử lý nước, có các chỉ số tổng quát đặc trưng của nước hay sự vận hành của một thiết bị lọc hay dùng để lựa chọn các phương pháp xử lý. Ba trong các tham số được mô tả sau đây.

4.2.1. Chỉ số làm tắc nghẽn

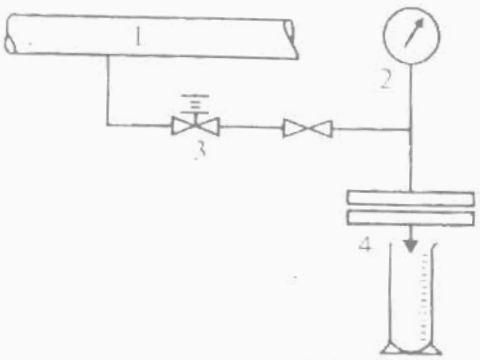
Khi chỉ số độ đục không còn nhạy cảm nữa, thì sự có mặt các hạt có thể được đánh giá từ sự làm tắc nghẽn một thiết bị lọc (hình 171). Phép đo có liên quan tới phương pháp lọc bằng màng.

• *Nguyên tắc*

Người ta xác định tình trạng đóng cáu của màng sợi axêtát có lỗ rỗng 0,45µm sau 15 phút lọc nước sẽ phân tích.

• *Vật liệu*

- Đỡ thiết bị lọc đường kính 47mm;
- Màng lọc 0,45µm đường kính 47mm bằng sợi axêtát;
- Manomét 0,5bar;
- Van điều chỉnh áp suất.



Hình 171. *Nguyên lý làm việc của thiết bị đo FI*

1. Nước thô hoặc xử lý sơ bộ; 2. ống thép không rỉ 316 hoặc ống nhựa; 3. Van điều áp; 4. Bộ lọc thép không gỉ 316 hoặc ống nhựa;

• *Cách tiến hành*

Đặt màng lọc lên giá đỡ, làm ẩm và hiệu chỉnh miếng đệm hình xuyến. Tháo sạch không khí của hệ thống và cố định giá đỡ sao cho mặt của màng lọc ở vị trí thẳng đứng. Điều chỉnh áp suất từ 2,1bar và đo bằng đồng hồ bấm giờ thời gian lớn cần thiết để lọc 500ml nước (thời gian này phải lớn hơn 10s). Tiến hành lại nếu áp suất thay đổi ±5% trong khi đo. Đưa bộ lọc về vị trí và vận hành trong khi đó điều chỉnh áp suất một cách đều đặn khi cần thiết, lọc xong 500ml, có được t_0.

http://tieulun.hopto.org

Sau 15 phút ngừng, tiếp tục lọc để đo thời gian t cần thiết để lọc tiếp 500ml có điều khiển áp suất bằng 2,1bar. Cất bộ lọc và lấy màng lọc và giữ lại để phân tích tiếp sau.

• *Tính toán*

Khả năng đóng cặn P cho bởi quan hệ:

$$P\% = 100\,(1 - \frac{t_0}{t})$$

Nếu tỷ lệ này lớn hơn 80% trong 15 phút thì cần phải làm lại thí nghiệm cho 10, 5 hoặc 3 phút.

Chỉ số tắc rít được tính toán từ P% và thời gian T (phút) giữa hai lần đo là: $FI = \frac{P\%}{T}$.

Ví dụ: ở áp suất 2,1bar: $t_0 = 28s$; $t = 44s$ (sau 15 phút, $T = 15$)

$$P\% = 100\,[1-(\frac{18}{44})] = 36,4\%;$$

$$FI_{15} = \frac{36,4}{15} = 2,4.$$

4.2.2. Sự đếm hạt

Đếm hạt là một tiêu chuẩn ngày càng được sử dụng nhiều (nước siêu sạch, lọc trên màng và bó ống lọc). Các thiết bị ngày càng hoàn hảo hơn: đếm, đường cong phân phối độ hạt, phạm vi đo.

Đương nhiên phép đo còn gặp khó khăn: vận chuyển mẫu, chọn vị trí đo, pha loãng, .. Một số thiết bị dùng trong lĩnh vực nước, thường dựa trên nguyên lý truyền ánh sáng, hấp thu, khúc xạ (ánh sáng hoặc laze).

4.2.3. Phép thử bằng đá vôi

Để biết tính xâm thực hay khả năng đóng cáu cặn của nước, ta cần thực hiện một phép thử hoá học ngoài sự tính toán cân bằng canxi cacbonic.

Cho đầy bình 125ml nước mẫu, cho thêm 1-2gam đá vôi đã nghiền nhỏ và trước đó đã rửa bằng nước mẫu cần phân tích. Bình thử phải chứa đầy, không có bọt khí.

Khuấy chậm trong 24h và đo độ pH, TAC và TH sau khi lọc. So sánh các giá trị này với các giá trị pH, TAC và TH của nước trước khi cho tiếp xúc với đá vôi, cho phép xác định tính chất xâm thực hay bám cáu cặn của nước.

http://tieulun.hopto.org

4.3. Phân tích nước rất ít khoáng chất

Sự đảm bảo đối với nước ngưng tụ của nhà máy điện hạt nhân, nhất là ở nước siêu sạch, có liên quan đến tất cả mọi lĩnh vực: vô cơ, hữu cơ, các hạt, vi sinh... Các thiết bị ngày càng hoàn thiện. Thực tế, chỉ các phân tích liên tục mới có ý nghĩa thiết thực. Mọi sự vận chuyển đều không tốt. Các tham số chính cần chú ý đến như sau:

• *Điện trở suất*. Phép đo này được thực hiện trong khoang nước lưu thông để có thể đo được 25MΩ s/cm.

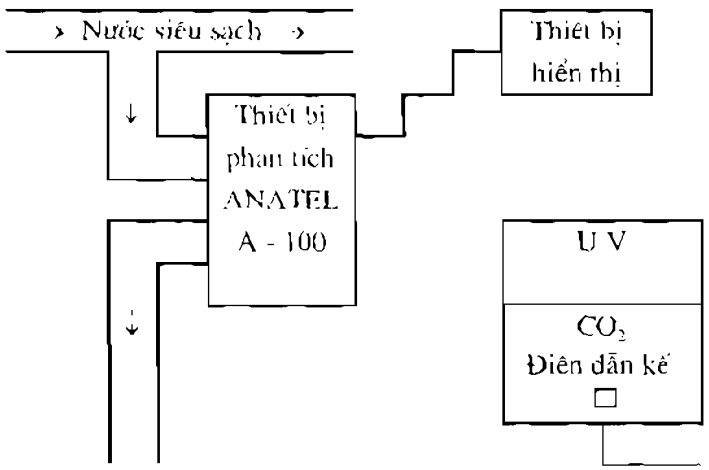
• *Muối và kim loại*. Ngưỡng nồng độ mong muốn có thể ở dưới µg/l, đối với tất cả trong đó có natri và kim loại nặng. Một số điện cực đặc biệt và sắc kí ion "có cột loại bỏ chất lọc" với cô đặc trước có thể đáp ứng các yêu cầu này.

• *COT*. Các thiết bị đo sự giảm điện trở suất sau khi khoáng hoá các chất hữu cơ là phù hợp nhất (ngưỡng tách từ 20µg/l).

• *Đếm hạt*. Nếu khoảng thời gian lấy mẫu quá ngắn thì kết quả đo sẽ tiến hành tại hiện trường và không pha loãng là đúng đắn và có khả năng lặp lại.

• *Chỉ số tác nghiễn*: Chúng rất nhỏ, kết quả chỉ có ý nghĩa khi các phép đo thực hiện bằng một thiết bị tự động liên tục.

• *Vi sinh*. Phép phân tích bằng cách lấy đúng thời điểm cho kết quả tiêu biểu. Kĩ thuật lọc trên màng là thích hợp vì nó cho phép lọc các thể tích lớn hơn là thể tích yêu cầu để kiểm nghiệm tính uống được của nước.



Hình 172. *Nguyên lý làm việc của COT met đối với nước siêu sạch*

http://tieulun.hopto.org

5. KIỂM NGHIỆM NƯỚC THẢI

5.1. Các phân tích đặc biệt

5.1.1. BOD nhu cầu oxy sinh hoá

Nhu cầu ôxy sinh hóa bình thường được đo sau 5 ngày. Đó là BOD_5 tương ứng với pha đồng hoá tổng hợp. No giúp để biết lượng BOD cuối cùng sau 20 ngày, gồm cả giai đoạn tự ôxy hoá (trao đổi chất nội sinh).

• *Phương pháp pha loãng (NF T90.103)*

Người ta điều chế dung dịch thích hợp bằng cách pha nước kiểm nghiệm với nước sạch đã được cấy vi khuẩn, ta kiểm tra định kì để khẳng định, lượng nước này không tự hấp thu một lượng lớn oxy. Cấy vi khuẩn sẽ không cần thiết nếu có nước thải đó thị. Kết quả tốt nhất thu được khi tổn thất ôxy trong quá trình thử nằm giữa 35 và 60% của hàm lượng ban đầu. Độ pha loãng để dùng tuỳ thuộc vào độ ô nhiễm. Để xác định chúng, ta dùng cách đo COD, biết rằng nói chung BOD_5 nhỏ hơn COD và tỷ số COD/BOD_5 thường nằm giữa 1,5 và 3. Ta giả định nước ổn định ở 20°C chứa khoảng 8mg/l ôxy thừa tan thì.

$$\text{Hệ số pha loãng} = (BOD_5 \text{ phỏng đoán})/4$$

Ta điều chế ít nhất 3 dung dịch pha loãng khác nhau sao cho hoàn toàn bao được giá trị thực của BOD. Các dung dịch được giữ trong bóng tối trong 5 ngày ở 20°C. Nước pha loãng đã dùng được giữ lại ở nhiệt độ này và cân bằng lý tưởng với khí quyển, điều này dễ dàng thu được bằng cách giữ bình chứa nước sạch dùng để pha loãng trong tủ sấy có điều chỉnh nhiệt độ hay để giữ nhiệt sử dụng để ủ dung dịch mẫu.

Để tránh nhiễu dương tính đến kết quả trong trường hợp nitrat hoá, các vi sinh nitrat hoá cần phải loại bỏ bằng axit hoa mâu thư. Nước pha loãng phải cấy vi khuẩn trước khi sử dụng lại. Điều rõ ràng là phép đo BOD_5 là phép đo đặc tính sinh học, nên phải bảo đảm sự có mặt của vi sinh có khả năng phân huỷ chất hữu cơ. Ta có thể điều chế các mầm vi khuẩn từ đất bằng cách cho nước kiểm nghiệm thấm qua hay từ bùn lấy ở phía sau các điểm xả nước thải ven sông.

• *Phương pháp đo áp*

Các dụng cụ đo dựa trên cơ sở các phương pháp đo áp suất cho phép theo dõi sự tiến triển trong bình kín và sự phụ thuộc vào thời gian của sự biến mất

http://tieulun.hopto.org

oxy trong không khí của bình chứa. Để quyết định lựa chọn một phương pháp xử lý, thường phải phân biệt:

- BOD_5 toàn phần đo được trên mẫu nước thô;

- BOD_5 hoà tan sau khi lọc qua màng;

- BOD_5 sau khi lắng bao gồm BOD dạng keo và hoà tan. Thường ở Pháp, quá trình lắng thực hiện trong 2h.

Sự không chắc chắn trong việc xác định BOD_5 có thể rất lớn, đặc biệt đối với nước thô của một số nước thải công nghiệp khi việc cấy vi khuẩn là không thích hợp. Đối với nước thải đô thị, tính bập bênh không vượt quá 10-15%, ngược lại, đối với nước thải đô thị sau khi xử lý sinh học có thể đạt tới 50%.

5.1.2. Nhu cầu ôxy hóa học COD

Phương pháp tiêu chuẩn (NF T 90.101) đối với nước thải là sử dụng chất oxy hoá mạnh (dicromat kali trong môi trường sufuric nóng) cho phép xác định COD, mức chính xác của phép đo là 10% cho các giá trị trên 50mg O_2/lít. Các phương pháp khác thích hợp cho COD nhỏ hơn.

COD thể hiện tất cả những gì có thể ôxy hoá được, đặc biệt một số muoi vô cơ (sunfua, sunfit) và phần lớn các chất hữu cơ. Chỉ có một số hợp chất chứa nitơ và hydrocacbua thoát khỏi sự ôxy hoá mãnh liệt này

Tính chất đại diện của COD không còn thoả mãn nữa khi hàm lương chất clo lớn hơn 2g/l.

Khả năng oxy hoá của permanganat kali lạnh (4h) hay nóng (10 phút đun sôi) cũng tạo ra một phương pháp tốt để theo sát sự tiến triển của nước ở trạm xử lý (nhất là đối với nước đã xử lý).

Đo COT ngày càng được sử dụng nhiều, nói chung ôxy hoá các chất hữu cơ phức tạp hơn khi đo COD.

Điều quan tâm là đo ba tiêu chuẩn COT, COD và BOD_5 và biết tỷ số COD/COT và COD/BOD_5, chúng là những chỉ thị cho các loại ô nhiễm đặc biệt (nước thải công nghiệp)

5.1.3. MES - cặn lơ lửng

Phương pháp lọc trên màng có lẽ là đơn giản, nhưng phải tôn trọng một cách chu đáo các qui phạm. Các thủ tục thao tác phải như nhau sao cho kết qua có thể so sánh được. Nguồn sai số có rất nhiều như: kiểu màng, giá trị áp

http://tieulun.hopto.org

suất, độ chân không hay gia tốc (phương pháp lọc li tâm), thể tích mẫu thử, phương pháp rửa sau khi tách loại, nhất là sau kết tủa giữa lúc lấy mẫu và phân tích (hydroxit, cacbonat, phôtphat, thạch cao).

5.1.4. Thể tích của các chất lắng được

Phân tích thực hiện trên các mẫu đã chảy qua một rây lọc cỡ 5mm để lấy các vụn to. Ta gọi các chất lắng được là các chất tự lắng trong chất lỏng yên lặng với thời gian quy ước xác định trong hai giờ. Nói chung các ống nghiệm được chia vạch và có dạng hình côn hay hình trụ có côn ở đáy cho phép đánh giá thể tích chất đã lắng. Phương pháp này chỉ ứng dụng cho nước có tải lượng cặn tương đối cao.

5.1.5. Hydrocacbua

Phương pháp phân tích để xác định tổng thể hydrocacbua có rất nhiều, kết quả thu được rất khác nhau. Các tham số tham gia vào rất rộng: dung môi, điều kiện tách, phép đo phân tích trọng lực, hấp thụ IR, tính toán hấp thụ IR (cách thức định mẫu, chiều dài bước sóng sử dụng). Các phương pháp áp dụng phải tôn trọng các qui định một cách cẩn thận. Do đó các kết quả theo tiêu chuẩn NF T 90.114, 90.202 và 90.203 có thể khác xa.

Dầu và mỡ có trong nước thải đô thị hoặc công nghiệp thực phẩm nói chung được đánh giá bằng phương pháp mô tả ở phần 6.4.

5.1.6. Nitơ

Để theo dõi sự tiến triển của nitơ trong suốt quá trình xử lý, cần phải biết các dạng khác nhau của nó:

- Nitơ amoni;
- Nitơ hoá trị 3 cho phép phát hiện sự ngăn chặn sinh học;
- Nitơ Kjeldahl (NTK) hay nitơ amoni và nitơ hữu cơ.

Đại lượng này không bao gồm hợp chất nitơ đã ôxy hoá như: nitrit, nitrat và một số hợp chất hữu cơ chứa nitrat. Do hàm lượng NTK nhỏ rất khó khăn. Cần nhấn mạnh rằng ở Pháp tập hợp tất cả các dạng nitơ thường được gọi là nitơ tổng (NGL).

Tất cả các phân tích cần tiến hành sau việc ngăn chặn các phản ứng sinh học khi lấy mẫu.

5.1.7. Phôtpho

Phép phân tích cho phép phân biệt ba dạng khác nhau:

http://tieulun.hopto.org

- Orthophotphat;

- Polyphophat (thuỷ phân axít);

- Photphat hữu cơ (thuỷ phân axít có ôxy hoá).

Phép đo quang phổ của plasma có liên hệ cảm ứng cho phép xác định trực tiếp liều lượng photpho tổng.

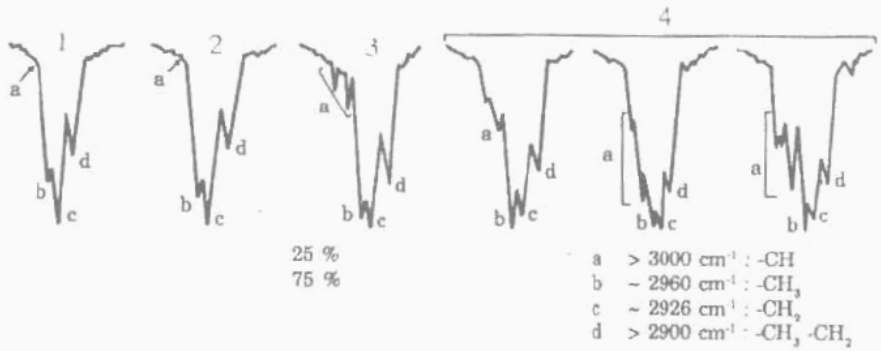
5.1.8. Lưu huỳnh

Các sunfua được xác định bằng đo iốt sau khi cố định các sunfua, hay bằng đo điện thế dùng điện cực bạc hay bằng cách đo màu khi hàm lượng nhỏ. Việc xác định trong nước thải công nghiệp các dạng khử khác nhau luôn luôn tinh tế hơn (thiosulfat, dithionat, sunfit, sunfocyanua).

Các phương pháp chọn lọc sử dụng kết tủa hoặc phức hoá cần phải tránh. Sắc kí ion được sử dụng trong một số điều kiện. Để tiếp tục lên men mêtan một số nước thải công nghiệp cần phải đo lượng sunfat.

5.1.9. Phép thử màu xanh mêtylen

Việc dùng phép thử này ngày càng ít, nguyên lý của nó là theo dõi trong thời gian khử màu của dung dịch màu xanh mêtylen và đánh giá khả năng thối rữa của mẫu. Sự thể hiện của nó còn nhiều tranh cãi. Cần phải sử dụng thận trọng, vì nó có thể cung cấp chất chỉ thị sai lầm, đặc biệt đối với nước thải công nghiệp, nó có thể giữ lại các chất khử và đối với nước sau xử lý có hàm lượng BOD nhỏ (BOD_5 nhỏ hơn 15mg/*l*) nhiều muối ôxy hoá, có thể là một chất phân huỷ sinh học kỵ khí.



1. Dầu động cơ;
2. Mazut;
3. Chuẩn (25% ben zen + 75% chất béo);
4. Xăng và cao hơn.

Hình 173. Phổ hồng ngoại thu được đối với các sản phẩm dầu mỏ khác nhau (điều kiện xác định chỉ số CH_2)

http://tieulun.hopto.org

5.1.10. TAC - độ kiềm tổng

Tham số này được xem xét khi quá trình nitrat hoá (axít hóa) hay khử nitrat (kiềm hoá) của môi trường.

5.1.11. Kim loại nặng

Kim loại nặng phải được kiểm tra sau khi đã khoáng hoá sơ bộ mẫu (đo quang phổ hấp thụ nguyên tử).

Kim loại nặng thường cần tìm nhất là: cadimi, thuỷ ngân, chì, crôm VI, đồng, niken. Chúng được kiểm tra trên:

- Nước thải xử lý bề mặt trước khi thải ra môi trường hay cống thải của thành phố;
- Nước thải trước khi xử lý sinh học.

Khi cần biết hàm lượng vết của một số kim loại có lợi cho quá trình lên men mêtan (ví dụ niken).

5.1.12. Tính độc hại

Khái niệm về tính độc hại rất phức tạp, nó bao gồm tác dụng của rất nhiều nguyên tố dưới dạng rất khác nhau (hợp chất, ion hóa, chất ôxy hoá). Nó được đánh giá bằng một phép thử sinh học (NFT 90.302). Ta xác định trong chất thải sự ngăn chặn trong thời gian ngắn của sự phát triển của loài rận nước magan (loài thân giáp cladoxe) gọi chung là rận nước. Người ta biểu diễn kết quả bằng đương lượng khử độc được định nghĩa như sau: nước thải chứa một đương lượng khử độc trong $1m^3$, nếu trong điều kiện thử, nó làm bất động 50% số rận nước trong vòng 24h.

5.1.13. Chỉ số Mohlman (SVI) (xem chương 3)

5.2. Thử nghiệm khả năng xử lý

5.2.1. Đo sự tiêu thụ ôxy

Phép đo được dùng để đánh giá BOD_5 hay tính độc, nếu cần thiết thì cho thêm bùn hay các chất gieo mầm vi khuẩn.

• *Đo trong bể phản ứng*

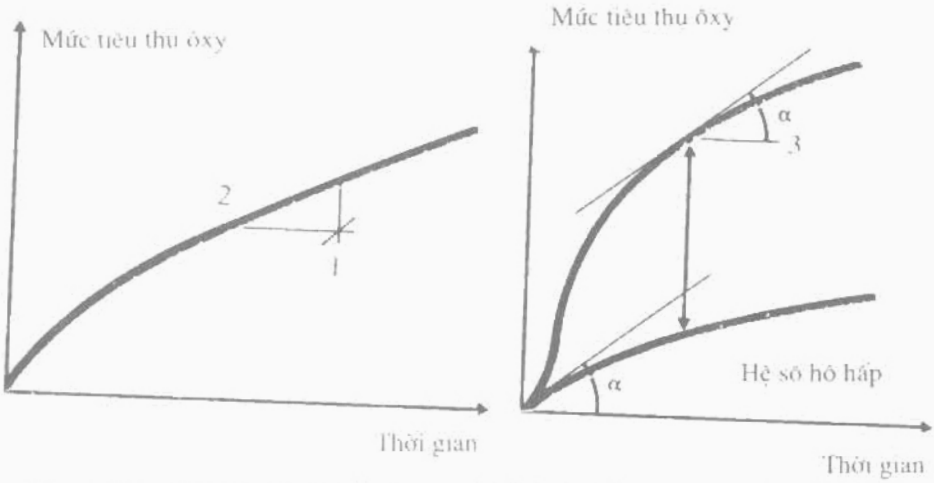
Mẫu xử lý bằng ôxy hoá được cho vào một bình kín có khuấy. Sự tiêu thụ ôxy được theo dõi bằng các đầu dò đặc biệt.

• *Đo áp suất bằng máy đo hô hấp Warburg*

Hô hấp kế Warburg là một thiết bị kiểm tra nhỏ hơn thiết bị nghiên cứu tác dụng hô hấp của bùn hoạt tính (hình 21) dùng cho mẫu có thể tích nhỏ cỡ

http://tieulun.hopto.org

một vài ml. Nguyên lý hoạt động của nó dựa trên cơ sở đo sự thay đổi áp suất ở thể tích và nhiệt độ không đổi. Ta có thể đo được dễ dàng sự trao đổi ôxy bằng các chất hấp thụ khí cacbonic đã giải phóng trong một dung dịch kali. Hô hấp kế có thể dùng để thử nghiệm hiệu ứng gây độc của một số sản phẩm, đặc biệt để xác định hệ số hô hấp a', b' và hệ số tạo bùn a_m, b_m. Hô hấp kế Warburg có một số nhược điểm, vì khả năng ôxy hoá rất khó kiểm tra và yêu cầu ngừng một số lần trong quá trình thao tác có thể che giấu một số hiện tượng khi ô nhiễm xảy ra rất nhanh.



Hình 174. *Nguyên lý xác định bằng hô hấp kế Warburg các hệ số hô hấp*

1. Xác định hệ số b' trên lượng bùn đã kiệt thức ăn; 2. Độ dốc b' không đổi; 3. Ôxy hoá của chất nền bị khử $\Delta O_2/BOD_5 = \alpha'$.

5.2.2. Thử nitrat hoá

Nước thải chứa vi khuẩn do bùn nitrat hoá hay các gốc đặc biệt được làm thoáng và khuấy trong bình. Theo dõi dạng nitơ NO_3, NO_2 và NH_4 thực hiện trong mỗi ngày. Các đường cong tiến hoá các loài chứa nitơ cho phép đánh giá khả năng xử lý và động học oxy hoá. Các phép thử này được áp dụng chủ yếu cho nước thải công nghiệp.

5.2.3. Phép thử khử nitrat

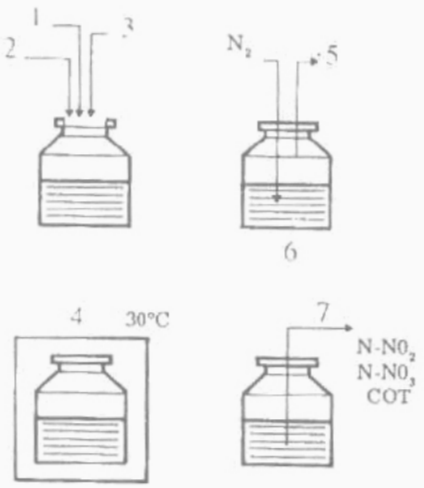
Phép thử định hướng này cho phép đánh giá động học khử nitrat của nước thải công nghiệp hoặc nước thải đô thị đã nitrat hoá có hoặc không thêm cácbon đồng hoá. Hình 175 cho phép quan sát cách sử dụng các phép thử. Các bình được bịt kín bằng vách ngăn cho phép bơm vào và lấy ra bằng sơ ranh mà không thay đổi tính thiếu ôxy của môi trường (đầu tiên là quét sạch bình bằng nitơ).

http://tieulun.hopto.org

5.2.4. *Thử nghiệm trên mô hình*

• *Môi trường hiếu khí*

Người ta sử dụng các lò phản ứng làm việc liên tục hay từng mẻ trong đó không khí được đưa vào một lượng dư thừa. Các tham số chung COD, BOD được theo dõi tương đương với thời gian và có thể thực hiện được việc kiểm tra liên tục độ pH, thế redox, ôxy, COT,... Hình 176 trình bày các thiết bị thí nghiệm có cấu trúc như một trạm xử lý thực thu nhỏ với vùng làm thoáng và lắng trong. Bùn hoạt tính sau khi làm thoáng được gom vào phần dưới của phần hình trụ của bể lắng trong và được tuần hoàn lại bằng bơm airlift sau khi tách khỏi nước đã xử lý. Nó là một thiết bị trộn hoàn chỉnh làm đơn giản quan hệ toán học mà ta có thể thiết lập từ các tham số vận hành đã quan sát. Ta có thể thay bơm airlift bằng một bơm bùn để kiểm tra chính xác lưu lượng bùn tuần hoàn và để bộ phận làm thoáng tách biệt với bơm bùn hồi lưu.



Hình 175. *Nguyên tắc thử nghiệm khử nitrat*

1. Cấy vi khuẩn; 2. Nước thô hay nguồn cácbon; 3. Nitrat kali; 4. Ủ ở 30 °C; 5. Vách ngăn; 6. Đóng kín, loại bỏ không khí; 7. Định liều lượng NO_3; $N\text{-}NO_3$; COT.

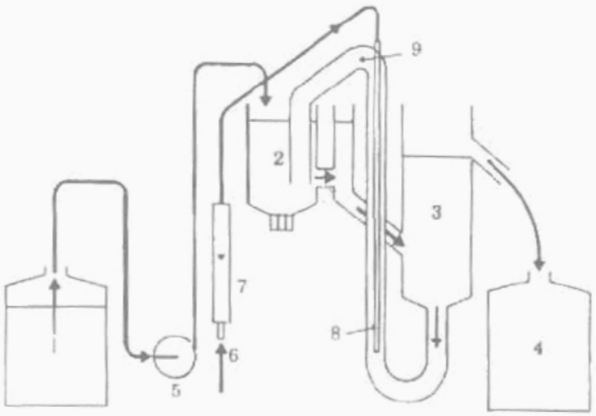
Để cho bùn hoạt tính thích nghi được với nước thải công nghiệp khó xử lý, mô hình được khởi động với bùn của trạm xử lý nước thải đô thị, và nước đưa vào mô hình là hỗn hợp nước thải đô thị và nước thải công nghiệp cần xử lý. Trong khoảng mười ngày, ta tăng từ từ tỷ lệ nước thải công nghiệp từng bậc 1 đến 2 ngày. Khi đã nạp đủ 100% nước thải công nghiệp, ta kết luận rằng nước có khả năng xử lý. Nếu không ta có thể xác định ở một tỷ lệ nào đó cần phải pha loãng với nước thải đô thị để giữ một độ dinh dưỡng đủ lớn cho vi sinh. Đương nhiên, phép thử này cần thực hiện trong môi trường cân bằng tự nhiên hay nhân tạo bằng cácbon, nitơ và photpho.

• *Môi trường kỵ khí*

Lên men không liên tục trong mô hình được thực hiện trong bình phản ứng nhỏ (hình 177), cấy vi khuẩn bằng bùn phân hoá của nước thải đô thị,

http://tieulun.hopto.org

bùn có quần thể vi sinh ở phạm vi rộng. Thao tác đầu tiên thực hiện dưới bọt nitơ, sau đó bình được bịt chặt. Mô hình thử nghiệm duy trì nhiệt độ ở 37^{0}C trong lò ủ có khuấy. Lấy khí và nước thai đều đặn để điều khiển sự tạo thành mêtan và giảm COD. Các phân tích bổ sung có thể tiến hành sao cho làm rõ ràng các giai đoạn giới hạn hay ngăn chặn các phản ứng phân huỷ.



Hình 176. *Mô hình các thiết bị nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.*

1. Dự trữ nước thô;
2. Bể thông gió;
3. Máy lắng lần 2;
4. Dự trữ nước đã xử lý;
5. Bơm cấp;
6. Không khí;
7. Bộ đo (rotamét);
8. Bơm airlift;
9. Tuần hoàn bùn.

6. KIỂM ĐỊNH BÙN

6.1. Cặn lơ lửng trong bùn lỏng

Khi bùn loãng, thì trọng lượng phần khô không cần tính đến hàm lượng chất hoà tan trong nước ở các lỗ trống của bùn. Người ta sử dụng các biện pháp sau:



Hình 177. *Thiết bị lênmen thí nghiệm*

6.1.1. Phương pháp ly tâm

Sử dụng một máy ly tâm thí nghiệm có trang bị các cốc nhỏ 100ml chia vạch. Đổ vào mỗi cốc 80ml bùn và quay ly tâm với tốc độ 4.000-5.000vòng/phút trong 10 phút. Cuối công đoạn, loại bỏ phần nước nổi ở trên và thu hồi cẩn thận các cặn bùn đã lắng rồi đưa vào lò sấy ở 105°C cho đến khi thu được trọng lượng bùn không đổi (nói chung trong 12h).

Ghi chú: kết bông trước của bùn bằng cách cho thêm vào bùn một vài mg/l chất điện li (kết bông tại chỗ trong cốc nhỏ) cho phép thu được các cặn bùn đồng nhất, dễ thu hồi, không gây tổn thất các chất. Gọi M(g) khối lượng chất thải khô thu được và V (ml) thể tích bùn đã ly tâm (V = 160 hay 320ml) thì : Nồng độ cặn lơ lửng : $MES = \frac{M.1000}{V}$ (g/*l*).

http://tieulun.hopto.org

6.1.2. Phương pháp lọc

Phương pháp này dùng cho bùn tương đối ít đặc (5-20g/l). Cân trữ bì chính xác giấy lọc (loại giấy lọc rất nhanh không có tro ϕ150, ví dụ Durieu) và lấy một lượng bùn (25-100ml tùy theo nồng độ) rồi lọc trên phễu thuỷ tinh. Phương pháp này có thể tương đối lâu nếu trong một số trường hợp khả năng lọc của bùn kém. Tiếp theo sấy khô giấy lọc trong tủ sấy ở 105°C cho tới khi trọng lượng không đổi. Nồng độ chất lơ lửng: $MES = \frac{M-F}{V} 1000$ (g/l).

Trong đó: M - Khối lượng sấy khô của giấy lọc và bùn đọng trên giấy;

F - Khối lượng của giấy lọc trước khi lọc;

V - Thể tích của bùn đã lọc.

6.2. Các chất khô (MS)

Hàm lượng cặn sấy khô bao gồm đồng thời cả huyền phù và muối hoà tan. Đó là các chất còn lại sau khi cho nước bốc hơi, nó còn được dùng để xác định độ sấy khô của bùn, (tính bằng %).

6.2.1. Chất khô ở 105°C (MS)

Hàm lượng chất khô tính bằng g/l. Phương pháp đánh giá là đặt vào tủ sấy ở 105^0C một mẫu bùn (25-100ml theo nồng độ bùn) cho tới khi thu được một khối lượng không đổi.

Gọi M_1 là khối lượng mẫu ẩm và M_2 là khối lượng sau khí sấy thì tính sấy khô $= \frac{M_2}{M_1} 100\% = MS$.

6.2.2. Chất khô ở 175-185 °C

Sấy khô ở 175-185°C, được so sánh với sấy khô ở 105°C cho phép đánh giá hàm lượng nước đã kết tinh của muối, hàm lượng nước bao bọc các hydroxit và một số chất bay hơi.

6.2.3. Tinh cặn khô ở 550 °C và các chất bay hơi (MV)

Chất khô được đem đến lò nung ở nhiệt độ 550°C trong 2h. Các viên silic cỡ 10-20g bùn khô được nghiền nhỏ và được sử dụng.

Hàm lượng chất bay hơi, hoá hơi ở 550°C không được nhầm lẫn với hàm lượng chất hữu cơ với nhiều lý do :

http://tieulun.hopto.org

- Một phần chất vô cơ và muối có thể phân huỷ ở nhiệt độ 105 và 550°C;

- Một phần chất hữu cơ (nhất là một số hợp chất hữu cơ chứa canxi hay kim loại) không thể hoá hơi ở nhiệt độ 550°C mà ở gần nhiệt độ 650-700°C.

- Trong trường hợp xử lý bùn bằng vôi, CO_2 sinh ra do đốt cháy MO được gắn chặt vào vôi để tạo thành $CaCO_3$, nó chỉ phân huỷ trên 550°C.

Tuy nhiên, đối với đa số các bùn, việc xác định các chất bay hơi là sự đánh giá gần đúng các chất hữu cơ. Tỷ lệ chất bay hơi tính bằng % chất khô.

6.2.4. Tính cặn khô ở 900°C

Các MV giữa 500-900°C chủ yếu là CO_2 của các thành phần cacbonat chứa trong bùn.

6.3. Phương pháp xác định nhanh TAC và tỷ lệ axít bay hơi (AGV) trong bùn lỏng

Cách xác định này rất quan trọng cho việc vận hành đúng bể phân hủy bùn vi sinh kị khí. Đo để lấy chính xác với khả năng lớn nhất 25ml bùn. Lọc li tâm lượng bùn này lần đầu với tốc độ 5.000 vòng/phút trong 10 phút. Thu chất nổi lỏng vào một bình 400ml. Thu lại cặn lắng với 50ml nước cất sao cho không để mất phần chất rắn.

Lọc ly tâm một lần nữa ở 5.000 vòng/phút trong 10 phút, thu hồi nước nổi vào bình chứa. Lặp lại một lần nữa việc dùng nước cất để thu cạn. Toàn bộ chất lỏng nổi trên mặt thu hồi được chứa bicabonat hoà tan và axít bay hơi.

6.3.1. Đo TAC (độ kiềm toàn phần)

Chất lỏng đã thu hồi trong bình thí nghiệm được khuấy bằng máy khuấy kiểu từ. Ta nhúng sâu điện cực của một pH mét vào chất lỏng và ghi lại độ pH ban đầu. Nhờ một bình cố công có khắc độ 1/10ml, ta đổ H_2SO_4-0,1 N cho tới khi pH = 4 với V(ml) axít đã dùng thì:

$$TAC = \frac{V \times 0,1 \times 1.000}{25} = V \times 4, \text{ (mgdl/l)}.$$

Hay $TAC = V \times 4 \times 0,05$ (g/l) tính theo $CaCO_3$ (g/l).

6.3.2. Đo AGV

Ta đổ tiếp tục H_2SO_4-0,1N cho tới khi pH = 3,5. Đun sôi chất lỏng ở pH=3,5 trong 3 phút. Để nguội, đem chất lỏng đã làm lạnh đặt dưới các điện cực của pH mét và vừa đổ vừa khuấy vào bình cố công 1/10 một lượng

http://tieulun.hopto.org

NaOH 0,1 N cho đến khi pH = 4, thu được thể tích V_2. Tiếp tục đổ NaOH cho tới khi pH = 7 và thu được một thể tích V_3 của NaOH:

$$\text{Độ axít bay hơi} = \frac{(V_3 - V_1) \times 0,1 \times 1000}{25} = (V_3 - V_2) \times 4 \text{ (mgdl/l)};$$

hay bằng $(V_3 - V_2) \times 4 \times 0,06$ (g/l) axít axêtic.

6.4. Xác định lượng dầu và mỡ

Rất nhiều phương pháp được dùng để đo lượng hyđrôcacbua, mỡ và dầu thường ở dạng nhũ hay xà phòng. Dầu mỡ được tách ra bằng lọc sau khi axít hoá và cho thêm dung dịch clorua natri. Cặn thu hồi được chiết ra bằng chất tách Soxhlet (dung môi chọn là freon, hexan, cloétylen). Phép đo trọng lực được thực hiện sau khi chưng cất dung môi. Ta có thể dùng tiêu chuẩn NF T 90.114 nhưng nó chủ yếu phù hợp tốt với hydrôcacbua hoà tan với số lượng nhỏ.

6.5. Thử nghiệm khả năng lọc

6.5.1. Lọc thử dưới chân không dùng phễu Busé (Buchner)

Đo sức kháng đơn vị của bùn dưới độ chân không là 0,5bar. Xác định này cho phép đánh giá gần đúng công suất của một bộ lọc chân không công nghiệp. Nó cũng cho phép định liều lượng tối ưu chất phản ứng trên thiết bị lọc ép, nhưng cần phải kể đến hệ số nén. Hình 178 mô tả thiết bị cần thiết cho phép thử nghiệm.

• *Cách thức thực hiện*

Đưa bùn cần lọc vào buse (đã điều chế hợp cách trước) khoảng 105ml bùn đủ để thu được bánh bùn có bề dày 8-10mm.

Tạo chân không và tìm cách giảm nhanh áp suất xuống áp suất mong muốn là 0,5bar (40cm Hg) và theo dõi để giữ không đổi trong suốt thời gian thử nghiệm.

Ngay sau khi đó chân không đạt được, đồng hồ đo thời gian hoạt động và ghi lại thể tích nước đã được lọc: thể tích V_0 tương ứng với thời gian t = 0 sẽ được trừ vào thể tích nước đã được lọc đợt sau. Ghi lại thể tích nước đã qua lọc trong quá trình thử trong các thời gian khác nhau: cứ sau 10, 15, 20, 30 hay 60s tuỳ theo tốc độ lọc. Thử nghiệm được thực hiện cho đến khi sấy khô bánh bùn (lọc chân không làm nứt bánh bùn).

http://tieulun.hopto.org

• *Tính sức kháng đơn vị của quá trình lọc*

Thể tích nước đã lọc V_0, V_1, V_2, V_3,... tương ứng với thời gian T_0 - T_1 - T_2,- T_3,... được ghi lại. Biểu diễn đồ thị các điểm có hoành độ V_X với tung độ: $T_X/(V_X - V_0)$. Các điểm này về nguyên tắc sẽ nằm trên đường thẳng (trừ điểm bắt đầu lọc và trong lúc làm khô). Độ dốc phần tuyến tính của đường cong thu được biểu diễn bằng hệ số a. Sức kháng đơn vị ở 0,5bar (49 × 10^3Pa) được cho bởi quan hệ:

$$r_{0,5} = \frac{2.a.P^{1-n}S^2}{\eta.C}$$

Trong đó: a - $S.m^{-n}$;

P - Pascal (49 × 10^3Pa);

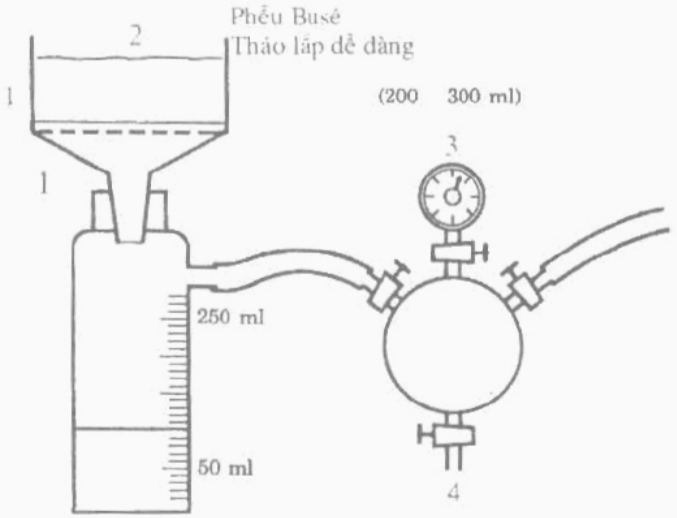
S - m^2;

η - Pa.s (ở 20°C gần 1,1 × 10^{-3} Pa.s);

C - kg/m^3;

r - m/kg.

Ghi chú: C: Chất thải khô ở 105°C chia cho thể tích bùn là giá trị gần đúng *W* (khối lượng MES lắng xuống trong một đơn vị thể tích đã lọc).



Hình 178. *Thử nghiệm khả năng lọc được dưới chân không 0,5bar≈0,5at*

1. Giấy lọc đục lỗ theo lớp; 2. bùn; 3. đồng hồ đo chân không;

4. Van xả hơi nước

http://tieulun.hopto.org

6.5.2. Thử nghiệm khả năng lọc dưới áp suất (hình 179)

Một ngăn dưới áp suất không những được dùng để xác định sức kháng đơn vị mà còn để xác định hệ số nén của bánh bùn đã được lọc và độ khô tới hạn. Nguyên lý của phương pháp này như đã trình bày ở phần trên.

• *Cách thức tiến hành*

- Làm ẩm giấy lọc và cho áp lực nén vào từ từ và nhẹ nhàng để bảo đảm độ kín của đáy khoang và loại bỏ nước dư thừa còn giữ lại trên bộ lọc;

- Điều chỉnh ống nghiệm dưới phễu của khoang;

- Đổ một mẫu bùn (100-150ml) vào buồng thử;

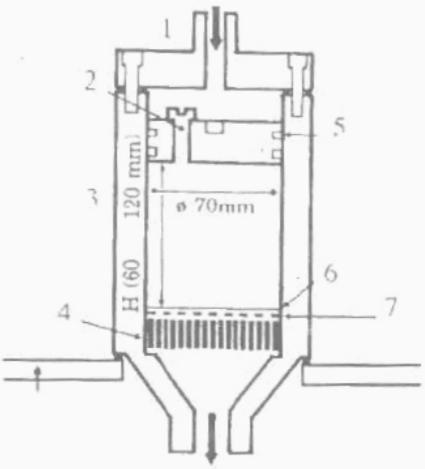
- Để lắng nước 15s trước khi truyền áp suất vào để làm dễ dàng tạo thành lớp lắng phủ trước;

- Tăng dần áp suất (từ 0,5-15bar), không nên sử dụng pittông cho áp suất nhỏ hơn 2bar;

- Cho chất lọc chảy qua và ghi thể tích V_0 của nó (10% thể tích bùn lọc);

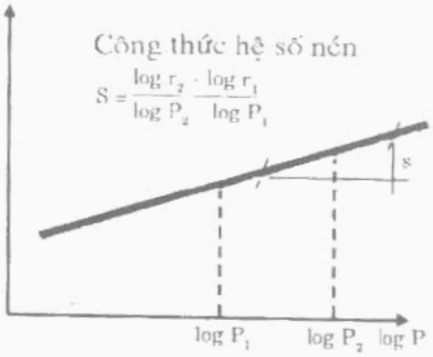
- Bấm đồng hồ thời gian và ghi lại thể tích V của nước đã lọc theo thời gian. Vẽ đường cong $\frac{\Gamma_s}{V_s - V_0} = f(V_s)$; số lần đọc phụ thuộc vào lưu lượng nước lọc;

- Tính toán sức kháng đơn vị như trên.



Hình 179. *Buồng thử khả năng lọc được dưới áp suất*

1. Không khí nén; 2. Cửa thảo khí; 3. Khoang bằng thép không gỉ;
4. Giá đỡ có khoan lỗ; 5. Tấm đệm hình xuyến; 6. Giấy lọc; 7. Vải kim loại.



Hình 180. *Xác định hệ số nén.*

http://tieulun.hopto.org

6.6. Xác định hệ số nén

Đo sức kháng đơn vị r ở bộ lọc dưới áp suất P và vẽ đường cong logr = f(logP). Kiểm tra độ tuyến tính và đo độ dốc của đường thẳng. Độ dốc có trị số bằng hệ số nén

Thiết bị sử dụng cũng như phép thử trên.

Để nhận được độ chính xác lớn nhất, điều mong muốn là sử dụng áp suất điều chỉnh mẫu. Các giá trị sau đây nên dùng: P = 49kPa - 147kPa - 441kPa và 1.323kPa (hay áp suất cực đại mà các thiết bị thí nghiệm cho phép). Hệ số nén là số không có thứ nguyên.

6.7. Xác định độ khô giới hạn

Thiết bị giống như đã dùng ở trên. Trong trường hợp này bắt buộc phải có pittông. Nó có nhiệm vụ truyền toàn bộ áp suất nhận được trong buồng thử tới bùn và tránh làm rạn các bánh bùn. Cách thức tiến hành như trên, nhưng cần phải thực hiện sau khi đã trút mẫu bùn vào buồng thử, các công đoạn như sau:

- Đẩy pittông xuống, vít xả nhấc lên cho đến khi lướt qua mặt bùn;

- Điều chỉnh và xiết vít xả;

- Sau đó sử dụng cách thao tác thử nghiệm và tiếp theo đo sức kháng cho tới khi nhận được nhánh tiệm cận đứng của đường cong f(V) = t/V. Thực tế, phải ngừng lọc khi độ dốc của tiếp tuyến tại điểm xem xét gấp 5 lần độ dốc của phần đường thẳng ban đầu. Xác định độ khô của bánh bùn dưới áp suất đã chọn (ở 105°C ± 2°C cho tới khi trọng lượng không đổi).

6.8. Phép đo nhiệt trọng lực (xem Chương 2)

6.9. Thử nghiệm C.S.T (Thời gian hút do mao dẫn)

• *Nguyên tắc:* Một mẫu bùn (đã điều hoà hay không) chịu một lực lọc lớn sinh ra do tác dụng mao dẫn của giấy lọc hấp thụ.

• *Thiết bị (hình 181):* Thiết bị gồm hai phần: một khối lọc và một bộ đếm thời gian tự động.

Bộ phận lọc là một giấy lọc dày (nói chung là Whatman số 17 hay tương đương) có dạng bánh Sandwich giữa hai khối chữ nhật bằng chất dẻo trong suốt. Một lỗ rỗng hình trụ tựa trên giấy lọc, và là nơi chứa bùn. Khối phía trên giữ giấy lọc dựa trên 5 đầu tiếp xúc 1A, 1B, 2, 3, 4. 1A, 1B là các điện cực lồng khít trên vòng tròn thứ 2. Ba điện cực được nối điện với bộ đếm thời gian. Công tắc 3 và 4 chỉ dùng để điều chỉnh khối phía trên và giấy lọc

http://tieulun.hopto.org

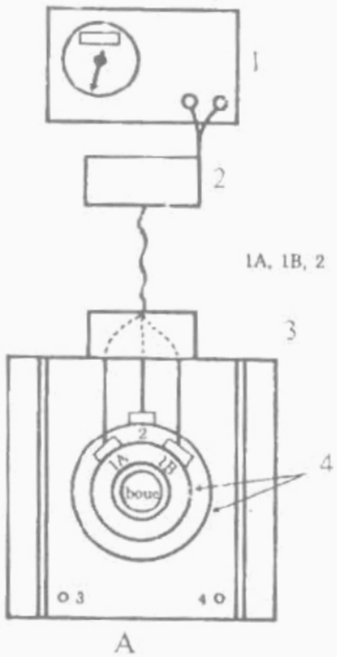
• *Các bước thực hiện:*

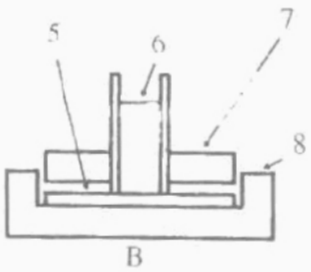
1. Đổ đầy lỗ rỗng hình trụ (ϕ10 hay 18mm theo khả năng lọc được của bùn) với một mẫu bùn tiêu biểu. Nếu cần kiểm tra thử nghiệm, ta lặp lại phép thử ít nhất hai lần cho một thể tích nhỏ của bùn sử dụng.

Nếu muốn nghiên cứu kết bông của bùn cần tìm phương pháp điều hoà bùn cho phù hợp.

2. Ngay sau khi hình trụ đã đầy bùn, dưới tác dụng của hiệu ứng mao dẫn, nước lọc lan rộng từ từ, vào khối giấy lọc nằm ngoài hình trụ. Tốc độ làm cho vành nước lọc nở ra một cách đồng tâm ở bề mặt bị chiếm bởi bùn phụ thuộc vào chất lượng giấy lọc nhưng trước hết vào tính lọc được của bùn. Khi mặt chất lọc lỏng đạt đến 1A và 1B làm tăng điện dẫn giữa hai cực làm thay đổi điện dẫn giữa nó và 1A làm dừng bộ đếm thời gian.

Thiết bị xác định một cách tự động thời gian sử dụng do vành chất lỏng chuyển từ đường kính 32mm đến 45mm thời gian chuẩn từ 5 đến 10s tuỳ theo thiết bị.





A. Mặt bằng; B. Mặt cắt.

1. Bộ đếm thời gian; 2. Bộ khuếch tán; 3. 1A, 1B và 2 điện cực giấy lọc; 4. Vành nước lọc nở ra; 5. Giấy lọc dày; 6. Ống trụ bùn; 7. Khối phía trên giữ các điện cực; 8. Khối phía dưới

Hình 181. *Thiết bị đo thời gian hút mao dẫn*

• *Giải thích*

CST càng nhỏ, khả năng lọc của bùn càng tốt hơn, phép thử rất nhanh cho phép so sánh hiệu quả của việc điều hoà bùn vô cơ hay điều hoà bằng nhiệt (tạo ra các cục vón rất mịn). Trong các điều kiện sử dụng chuẩn và đối với

http://tieulun.hopto.org

một loại bùn đã cho (nồng độ ít thay đổi), thì CST có thể tương quan với sức kháng đơn vị trong khi lọc. Đây là một sự chỉ thị nhanh và đầy đủ về khả năng lọc của bùn và các số liệu này rất phù hợp để kiểm tra và vận hành thiết bị lọc ép hay lọc chân không.

Nếu CST được dùng để kiểm tra kết bông bằng chất đa điện ly, thì các kết quả nhận được ít có khả năng khai thác khi nó tạo ra các bông cặn có đường kính rất khác nhau khoảng vài mm. Đó là trường hợp kết bông cần thiết cho việc áp dụng thiết bị lọc băng tải và phép thử nghiệm thoát nước đơn giản của bùn được áp dụng.

6.10. Kim loại nặng

Theo quan điểm sử dụng phân bón trong nông nghiệp thì hàm lượng kim loại nặng phải được kiểm tra. Sau khi đã khoáng hoá bùn trong môi trường axít đánh giá kim loại nặng có thể thực hiện bằng ICP.

7. KIỂM NGHIỆM CÁC VẬT LIỆU HẠT VÀ BỘT

7.1. Đặc điểm của vật liệu

Bản chất của vật liệu hạt được dùng trong xử lý nước rất khác nhau (cát, antxit, đất sét giãn nở, than hoạt tính, đá vôi, nhựa,...).

Chuẩn bị mẫu: đối với tất cả các phần tử, cần phải nhớ rằng khối lượng mẫu lấy ra phải là tiêu biểu của sản phẩm cấp vào. Cũng như vậy, việc lấy các kết quả thử nghiệm cũng phải trên mẫu tiêu biểu.

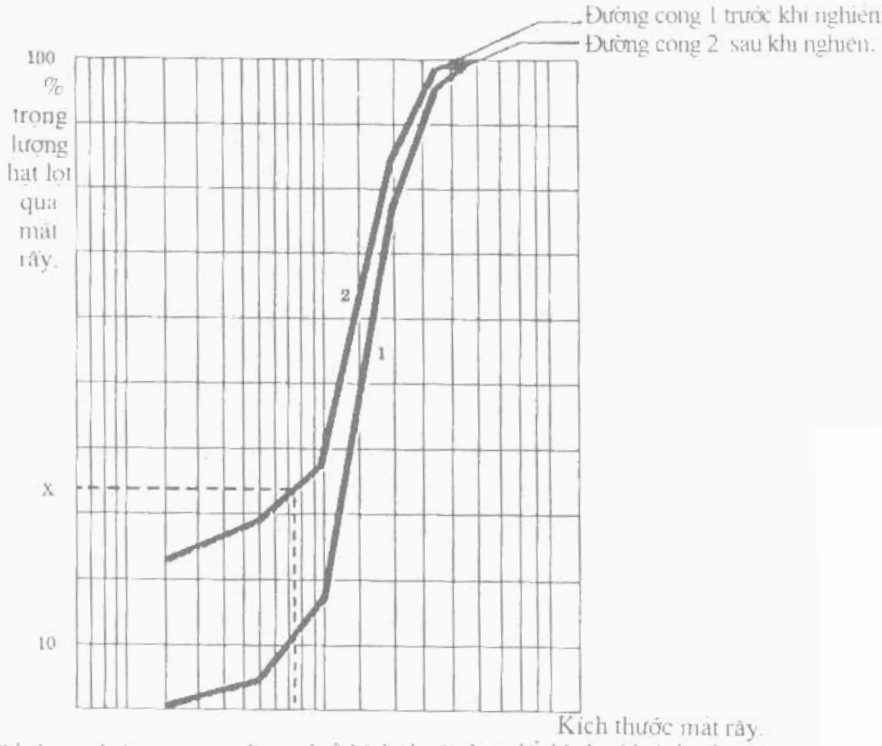
7.1.1. Kích thước hạt của vật liệu lọc

Ta đối chiếu với những lời khuyên của tiêu chuẩn NF X 11.507 để thực hiện phân tích đo hạt trong những điều kiện tốt nhất.

Cân 100g vật liệu (50g trong trường hợp hạt than hoạt tính) sau khi sấy khô ở 120°C trong 4h. Rây liên tiếp vật liệu này trên các rây tiêu chuẩn AFNOR n° X 11.501 (bảng 47) và ghi lại khối lượng giữ lại trên mỗi loại rây. Từ các kết quả thu được tính toán khối lượng vật liệu lọt qua mỗi loại rây (tổng vật liệu giữ lại hay không trên mỗi rây đã định kích thước nhỏ hơn tổng vật liệu xem xét) và tính tỷ lệ phần trăm theo khối lượng của mỗi rây so với khối lượng của vật liệu đã sử dụng để phân tích. Vẽ đường cong biểu diễn tỷ lệ này theo kích cỡ các mắt rây (hình 182). Ở đồ thị này trục hoành biểu diễn theo tỷ lệ loga.

• *Kích thước hiệu dụng (TE).* Đó là kích thước tương ứng với mắt rây để lọt 10% các hạt tính theo trong lượng.

http://tieulun.hopto.org



Hình 182. *Sử dụng đường cong phân phối kích thước hạt để đánh giá tính vỡ vụn*

• *Hệ số đồng đều:* Đọc trên đồ thị, kích thước tương ứng với mắt rây để lọt 60% hạt tính theo trọng lượng. Hệ số đồng đều là tỷ số:

$$CU = (\text{kích thước } 60\%)/(\text{kích thước } 10\%);$$

Ta mong muốn hệ số này nhỏ hơn 1,6. Ta có thể chấp nhận hệ số này đến 1,8.

Ghi chú: Bảng 47 cho kích thước của rây dùng theo tiêu chuẩn của các nước Anh, Mỹ... Đối với vật liệu có dạng đặc biệt (ví dụ dạng que nhỏ) thì thường xác định theo đường kính tương đương của vật liệu hạt và dạng hạt kiểu này có tổn thất áp lực lớn.

7.1.2. Tính vỡ vụn

Người ta tính khả năng vỡ vụn của vật liệu bằng cách đánh giá số lượng vật liệu sử dụng được sau khi nghiền, nghĩa là có cùng kích thước hiệu dụng như mẫu ban đầu.

• *Cách thực hiện:* Thử nghiệm tính vỡ vụn tiến hành trên 35ml vật liệu đã cân chính xác. Vật liệu được đưa vào một hình trụ kim loại có đường kính trong nhỏ hơn 40mm và chiều cao hữu ích là 100mm. Hình trụ này được cố định xuyên tâm trên một bánh xe đường kính 34cm. Ta quay bánh xe này quanh một trục xuyên tâm với tốc độ 25 vòng/phút. Ở phía trong bình trụ đưa vào 18 viên bi thép ϕ12mm.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 47. Kích thước đinh mức chuẩn của mắt vải lọc

ISO/Anh			Pháp/Đức			USA		
ISO 565-1983 BSI 410-1986			NFX 11501-1970 DN 4188-1977			ASTM E 1187-1987		
Chính	Bổ sung		Chính	Bổ sung		Tên gọi	Bổ sung	
µm	1. µm	2. µm	µm	1. µm	2. µm	mm	inch	Mesh
125			125			125	5	5in
	112				112			
		106				106	4,25	4,24in
	100		100			100	4	4in
90				90		90	3,5	3 1/2 in
	80		80					
		75				75	3	3in
	71				71			
63			63			63	2,5	2 1/2in
	56				56			
		53				53	2,12	2,12in
	50		50			50	2	2in
45				45		45	1,75	1 1/2 in
	40		40					
		37,5					1,5	1 1/2 in
						37,5		
					35,5			
	35,5							
			31,5				1,25	1 1/4 in
31,5						31,5		
	28				28			
		26,5					1,06	1,06in
						26,5		
	25		25			25	1	1in
							0,875	7/8in
22,4				22,4		22,4		
	20		20					
		19				19	0,750	3/4in
	18				18			
16			16			16	0,625	5/8in
	14				14			
		13,2					0,53	0,53in
						13,2		
			12,5				0,500	1/2in
	12,5					12,5		
							0,438	7/16in
11,2				11,2		11,2		
	10		10					
							0,375	3/8in
		9,50				9,5		
	9				9			
8			8			8	0,312	5/16in

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	7,10				7,10			
		6,70				6,70	0,265	0,265in
	6,30		6,30			6,30	0,250	1/4in
5,6				5,6		5,6	0,223	3 1/2 in
	5		5					
		4,75				4,75	0,187	4in
	4,50				4,50			
4			4			4	0,157	5in
	3,55				3,55			
		3,35				3,35	0,132	6in
	3,15		3,15					
2,80				2,80		2,80	0,11	7in
	2,50		2,50					
		2,35				2,36	0,0937	8in
	2,24				2,24			
2			2			2	0,0787	10in
	1,80				1,80			
		1,70				1,70	0,0661	12in
	1,60		1,60					
1,40				1,40		1,40	0,0555	14in
	1,25		1,25					
		1,18				1,18	0,0469	16in
	1,12				1,12			
1			1			1	0,0394	18in
	0,90				0,90			
		850				850	0,0331	20
	800		800					
710				710		710	0,0278	25
	630		630					
		600				600	0,0234	30
	560				560			
500			500			500	0,0197	35
	450				450			
		425				425	0,0165	40
	400		400					
355				355		355	0,0139	45
	315		315					
		300				300	0,0117	50

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	280				280			
250			250			250	0,0098	60
	224				224			
		212				212	0,0083	70
	200		200					
180				180		180	0,0070	80
	160		160					
		150				150	0,0059	100
	140				140			
125			125			125	0,0049	120
	112				112			
		106				106	0,0041	140
	100		100					
90				90		90	0,0035	170
	80		80					
		75				75	0,0029	200
	71				71			
63			63			63	0,0025	230
	56				56			
		53				53	0,0021	270
	50		50					
45				45		45	0,0017	325
	40		40					
		38				38	0,0015	400
	36				36			
32			32			32	0,0012	450
	28				28			
25			25			25	0,0010	500
	22				22			
20			20			20	0,0008	635
16								
12,5								
10								
8								
6,3								
5								

Đo độ vỡ vụn bắt buộc phải thực hiện trên cùng một mẫu vật liệu lọc trong ba lần đo liên tiếp. Trong lần đo thứ nhất ta xác định độ hạt của vật liệu đã thử nghiệm, sau đó ta thu vật liệu từ các rây và thực hiện đo lần thứ

http://tieulun.hopto.org

hạt. Lần thứ nhất sau 15 phút làm việc (750 lần đập hay 375 vòng), lần khác sau 30 phút làm việc (1.500 lần đạp hay 750 vòng). Sau mỗi lần thử nghiệm, ta lập đường cong phân phối đó hạt của vật liệu.

• *Tính toán độ vỡ vụn (hình 182)*

Sau khi đập vụn, gọi X là % vật liệu kích thước nhỏ hơn kích thước hiệu dụng ban đầu, phần vật liệu có kích thước lớn hơn là (100 - X)% và chiếm 90% vật liệu có khả năng sử dụng sau khi nghiền. Do đó ta có thể sử dụng $\frac{100}{90}$ (100 - X) : % tổn thất là (10/9) × (X - 10) (%).

Tổn thất này là số liệu để đánh giá tính vỡ vụn của vật liệu và bảng 48 cho các giới hạn đối với các vật liệu chính.

Bảng 48. Giới hạn độ vỡ vụn

Vật liệu	Cát, biolit, antraxít		Than hoạt tính	
Phạm vi sử dụng định mức	15 phút 750 lần đập	30 phút 1500 lần đập	15 phút 750 lần đập	30 phút 1500 lần đập
Rất tốt	6 ÷ 10%	15 ÷ 20%	6 ÷ 25%	30 ÷ 50%
Tốt	10 ÷ 15%	20 ÷ 25%		
Bình thường	15 ÷ 20%	25 ÷ 35%		
Loại bỏ hoàn toàn	> 20%	> 35%	> 35%	> 60%

7.1.3. Tổn thất do axít

Đo là tổn thất trọng lượng sau khi tiếp xúc với dung dịch HCl 20% trong 24h. Tổn thất do axít cần nhỏ hơn 2%.

7.1.4. Tỷ khối

Đối với phép đo này cần phải kiểm tra kỹ vạch chia thể tích đọc trên ống nghiệm.

• *Tỷ khối biểu kiến trong không khí*

Cân 100g vật liệu trút vào một ống nghiệm có chia vạch. Gọi V là thể tích đọc được trên ống nghiệm. Tỷ khối biểu kiến của vật liệu không nén là:

$$\rho a = 100/V (g/ml)$$

Ta có thể đo tỷ khối của một vật liệu sau khi lắc, dồn trong ống nghiệm.

http://tieulun.hopto.org

• *Tỷ khối của khối vật liệu sau khi rửa và cho nước tự chảy qua bằng trọng lực*

Lấy khoảng 100g vật liệu đổ vào một bình, thấm ướt đều bằng nước lọc và loại bỏ không khí trong các hạt bằng cách đun sôi và khuấy trong 5phút. Sau khi để nguội, cho nước trong các khe hở tự chảy ra ngoài. Cân 100g vật liệu đã thấm ướt và đổ vào một bình có chia vạch. Gọi V' là thể tích trên ống nghiệm, tỉ khối của vật liệu đã ướt là:

$$\rho_a = \frac{100}{V'} \text{ (g/ml)}.$$

• *Tỉ khối thực*

- Vật liệu không xốp. Cân 50g vật liệu và đưa vào ống nghiệm 250ml bên trong đựng sẵn 100ml nước lọc. Gọi V là thể tích đọc được trên ống nghiệm. Tỉ khối thực là:

$$\rho = \frac{50}{V - 100} \text{ (mg/l)}.$$

- Vật liệu xốp

Cân 50g vật liệu và đưa vào ống nghiệm có nhám dung tích 250ml, bên trong ống nghiệm đã trang bị một máy tạo chân không và có sẵn 100ml nước. Nối ống nghiệm với một hệ thống giảm áp suất và duy trì ở áp suất 800mbar trong 15 phút. Sau khi ngắt chân không, gọi V là thể tích đọc được trên ống nghiệm, tỷ khối thực là:

$$\rho = \frac{50}{V - 100} \text{ (g/ml)}.$$

7.1.5. Độ ẩm

Phương pháp đo áp dụng đồng thời cho vật liệu hạt và bột. Ví dụ: Cân chính xác 50g vật liệu lọc (hay 5g vật liệu bột), gọi P_1 là trọng lượng của vật liệu này. Đặt mẫu trong tủ sấy ở 120°C trong 4h. Sau khi làm nguội trong bình hút ẩm, cân lại trọng lượng, gọi P_2 là trọng lượng thu được thì tỷ lệ độ ẩm H được tính bằng:

$$H = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \text{ (\% của trọng lượng)}$$

7.2. Nghiên cứu khả năng hấp phụ của than

7.2.1. Kích thước hạt của bột than hoạt tính (CAP)

Sấy khô than trong 4h ở 120°C. Cân chính xác 10g than đã rây lần thứ nhất (cỡ rây 125µm). Sau khi thấm ướt, ta cho qua rây có vòi nước chảy để

http://tieulun.hopto.org

rửa than trên mặt rây. Ta rửa trong một chậu tráng men những hạt than không lọt rây. Đặt rây vào tủ sấy trong 4h ở 120°C để sấy khô. Cân phần than còn lại trên rây. Tính toán hiệu số của than gốc và lượng than lọt qua rây. Tính tỷ lệ %. Lặp lại công việc với rây có kích cỡ nhỏ hơn (90-63-45um)

7.2.2. Đường hấp thụ đẳng nhiệt

Khả năng hấp phụ của than hoạt tính có thể được đánh giá nhờ đường hấp thụ đẳng nhiệt. Mô hình thành lập quan hệ giữa khối lượng chất ô nhiễm bị giữ lại trên một đơn vị khối lượng than $\left(\frac{X}{m}\right)$ và nồng độ chất ô nhiễm còn lại trong dung dịch sau khi khả năng hấp thụ của than đã cân bằng C_e $\frac{X}{M} = KC_e^n$

K và n là hai hệ số xác định bằng thực nghiệm.

Từ các đường cong đẳng nhiệt ta có thể xác định:

- Khả năng hấp phụ định mức của một loại than cho phép đánh giá khối lượng lớn nhất chất ô nhiễm giữ lại trên một đơn vị khối lượng than, theo nồng độ ô nhiễm cân bằng tương ứng với mỗi nồng độ ban đầu của chất ô nhiễm đưa vào.

- Chỉ số hấp phụ của một chất ô nhiễm xác định bằng khối lượng chất ô nhiễm được giữ lại trên một đơn vị khối lượng than, theo nồng độ chất ô nhiễm bằng một phần mười chất ô nhiễm ban đầu.

Chỉ số này cho phép đánh giá khả năng hấp phụ của than hoạt tính với điều kiện trung bình gần với sự làm việc thông thường của than.

- Chỉ số xác định tốc độ xử lý cần thiết để đưa chất ô nhiễm từ nồng độ này đến nồng độ khác. Người sử dụng cần phải chú ý đến điều kiện vận hành mà các nhà cung cấp khác nhau đã dùng để xác định các tham số này.

7.2.2.1. Thành lập đường đẳng nhiệt

- Lấy 6 bình thuỷ tinh 1.2 lít;

- Đưa vào 1 lít nước chứa chất ô nhiễm mà ta muốn loại bỏ;

- Nếu ta nghiên cứu nước ô nhiễm tự nhiên, ta đưa nước như có sẵn trong thiên nhiên;

- Khi muốn nghiên cứu nước tổng hợp, ta đưa 1mg chất ô nhiễm muốn thử nghiệm vào mỗi bình;

- Nghiền mẫu than nghiên cứu thành bụi than ở dạng hồ, vữa trong cối tán và sấy khô rồi rây trên rây cỡ 40μm. Ta lấy ra các hạt lọt rây;

http://tieulun.hopto.org

- Sấy khô than ở 120°C trong 4h ở cối tán bột;

- Ta tăng dần liều lượng than, (cân một cách chính xác) đưa vào các bình chứa nước ô nhiễm cần nghiên cứu.

Bình số	1	2	3	4	5	6
Liều lượng (mg/l)	0	10	2	30	40	50

Sau 1h khuấy với tốc độ 30-40vòng/phút ở nhiệt độ không đổi, ta lọc mỗi mẫu trên màng lọc bằng sợi cellulo axétat cỡ 0,45µm. Loại bỏ 100ml đầu và xác định nồng độ chất ô nhiễm còn lại trong nước đã lọc.

Đối với mỗi liều lượng than hoạt tính, ta nhận được một nồng độ cân bằng của chất ô nhiễm trong nước sau khi tiếp xúc. Vẽ đường cong đẳng nhiệt trên toạ độ loga với trục hoành là nồng độ cân bằng (mg/l), còn trục tung là khối lượng chất ô nhiễm (mg) được giữ lại bởi 1g than hoạt tính (hình 183).

7.2.2.2. Nghiên cứu động học

Trong trường hợp than hạt, ta có thể cho các hạt than tiếp xúc với nước nghiên cứu mà không nghiền nát than, bằng cách khuấy liên tục trong thời gian dài (nhiều tuần lễ). Đo nồng độ cân bằng sau các thời gian tiếp xúc khác nhau cho phép mô hình hoá sự hấp phụ chất ô nhiễm.

7.2.3. Tro còn dư lại của than

Cân chính xác 1g than khô và đưa vào một chén nung nóng để thiêu đốt, gọi P_1 là trọng lượng than đã cân ban đầu. Thiêu đốt than ở 625°C (±25°C). Kiểm tra kỹ sự cháy hoàn toàn của than. Sau khi làm nguội, ta cân tro. Ta tính được hàm lượng tro $C = (P_2/P_1) \times 100$ (%).

7.2.4. Chỉ số iốt

Chỉ số iốt biểu diễn bằng số mg iốt đã hấp thụ trên 1g than đối với một nồng độ iốt dư trong nước đã lọc là 0,02N. Khả năng hấp phụ của than hoạt tính phụ thuộc vào nồng độ của môi trường bị hấp phụ mà nó tiếp xúc. Do đó nồng độ của nước đã lọc cần phải biết để có khả năng áp dụng một hệ số hiệu chỉnh phù hợp với định nghĩa.

7.2.5. Khả năng khử clo

Khả năng khử clo của than hoạt tính được đặc trưng bằng chiều cao cột than cần thiết để giảm đi một nửa lượng clo hiện có với tốc độ lọc 20m/h.

http://tieulun.hopto.org

Loại bỏ tất cả khí chứa trong than bằng cách đun than trong nước cất. Đặt than ẩm vào trong ống không có khong khí (đường kính 22mm), cho tới khi thu được một cột cao 10cm. Điều chế một dung dịch nước chứa clo hàm lượng 10mg// clo hoạt tính, dùng dung dịch hypoclorit natri, ở pH = 7,5. Cho nước chứa clo qua cột than với tốc độ 20 m/giờ. Sau 30phút vận hành, lấy chính xác nước chứa clo ở cửa vào của cột (gọi là a mg/*l*) và ở cửa ra (gọi là b mg//), h là chiều cao của lớp (cm), tính toán chiều dài G cần để khử hàm lượng clo xuống còn một nửa.

$$G = \frac{0,301h}{\log\frac{a}{b}} \text{ (cm)}$$

Phép thử này có thể lập lại với cùng điều kiện vận hành cho các chất óxy hoá khác như cloamin, dioxyt clo...

7.3. Các phân tích đặc biệt đối với nhựa trao đổi ion

7.3.1. Kích thước hạt

Kích thước hạt được xác định ở trạng thái ẩm bằng cách sử dụng một rây chuẩn làm việc dưới nước. Ta đưa 50 hay 100ml nhựa lên mặt rây phía trên. Các điều kiện thực hiện các phép đo tuân theo chỉ dẫn mục 7.1.1, chỉ khác là dùng thể tích trên mỗi rây để tính tỷ lệ phần trăm

7.3.2. Độ mài mòn

Việc kiểm tra này dùng để thu nghiệm đo bền cơ học và độ bền thẩm thấu của các hạt nhựa trao đổi ion. Chúng tác dụng lên nhựa dùng cho các thiết bị làm việc liên tục (loại ECI). Các phương pháp rất nhiều và đa dạng, một trong số đó được mô tả dưới đây của hãng DEGREMONT là tiêu biểu nhất cho việc sử dụng nhựa trong hệ thống trao đổi ion liên tục.

Lấy mẫu hạt nhựa đó vào trong một ống, mẫu hạt nhựa này chỉ chiếm một phần thể tích của ống. Ống này được đóng kín ở hai đầu bằng một rây làm từ vật liệu dẻo cho phép chất lỏng chuyển qua, còn nhựa bị giữ lại. Thử nghiệm là cho các chất phản ứng có nồng độ cao chảy liên tiếp với tốc độ cao và trong thời gian ngắn cho phép thực hiện được nhiều chu trình lọc đến hết khả năng trao đổi và nhiều lần hoàn nguyên.

Các chất phản ứng (axít hay xút) được đưa từ dưới lên trên, mỗi giai đoạn lọc từ dưới lên được tách biệt với giai đoạn tiếp theo bằng xúc rửa bằng nước từ trên xuống dưới, do đó ta có sự di chuyển nhanh của pittong nhựa kèm

http://tieulun.hopto.org

theo sự va chạm chống lại các phần tử lọc; tăng và giảm áp suất đột ngột, sự thay đổi thể tích nhanh do thay đổi trạng thái và thay đổi lớn về nồng độ. Sau 30 chu trình, ta đếm các hạt vỡ trên kính hiển vi.

7.3.3. Mật độ biểu kiến

Mật độ này được đo trên nhựa thương phẩm. Sau khi cân 100g nhựa có thể tích V(ml) đổ vào ống nghiệm có chứa nước và lắc, vỗ vào thành ống nghiệm để cho các hạt nhựa nằm sát chặt lại với nhau rồi tính: mật độ biểu kiến d = 100/V.

7.3.4. Công suất

7.3.4.1. Nhựa cation, đo công suất toàn phần

• *Đối với nhựa cation axit yếu*

Mẫu hạt kiềm nghiệm được hoàn nguyên với axit clohydric đến bão hoà, sau đó rửa sạch rồi cho mẫu tiếp xúc với một lượng xút định trước. Xác định lượng xút dư và đo chính xác thể tích nhựa. Lượng xút tiêu thụ so với thể tích này là năng suất toàn phần.

• *Đối với nhựa cation axit mạnh*

Một mẫu nhựa cation được hoàn nguyên bằng axit clohydric cho đến bão hoà sau đó xúc rửa. Tiếp theo ta cho dung dịch NaCl lọc qua cho đến khi nước lọc ra là trung hoà theo giấy đo pH. Đo lượng trong nước thải ra (lọc ra) và đo chính xác thể tích nhựa. Lượng axít giải phóng ra so với thể tích này là năng suất toàn phần, đôi khi còn gọi là dung lượng mạnh (công suất tách muối).

7.3.4.2. Nhựa anion đo công suất mạnh (công suất tách muối) và công suất toàn phần nhựa anion bazơ yếu và bazơ mạnh).

Một mẫu nhựa được hoàn nguyên bằng xút cho đến bão hoà sau đó xúc rửa sạch. Tiếp đó ta cho lọc qua một dung dịch NaCl cho đến khi nước lọc ra là trung hoà theo giấy đo pH. Ta xác định trong nước đã lọc ra lượng kiềm đã được thay bằng muối, đem so với thể tích nhựa cho ta công suất mạnh. Mẫu thử này tiếp tục tiếp xúc với một lượng HCl đã biết. Ta xác định lượng axít dư. Lượng axít tiêu thụ so với thể tích mẫu là dung lượng yếu của nhựa. Dung lượng toàn phần là tổng của dung lượng mạnh và yếu đã đo được.

7.3.5. Ô nhiễm nhựa

• *Các chất hữu cơ*

Lấy một thể tích nhựa cho tiếp xúc với một thể tích đã biết của dung dịch NaCl (100g/l) và NaOH (20g/l) trong 12h. Tiếp tục xác định lượng ôxy tiêu

http://tieulun.hopto.org

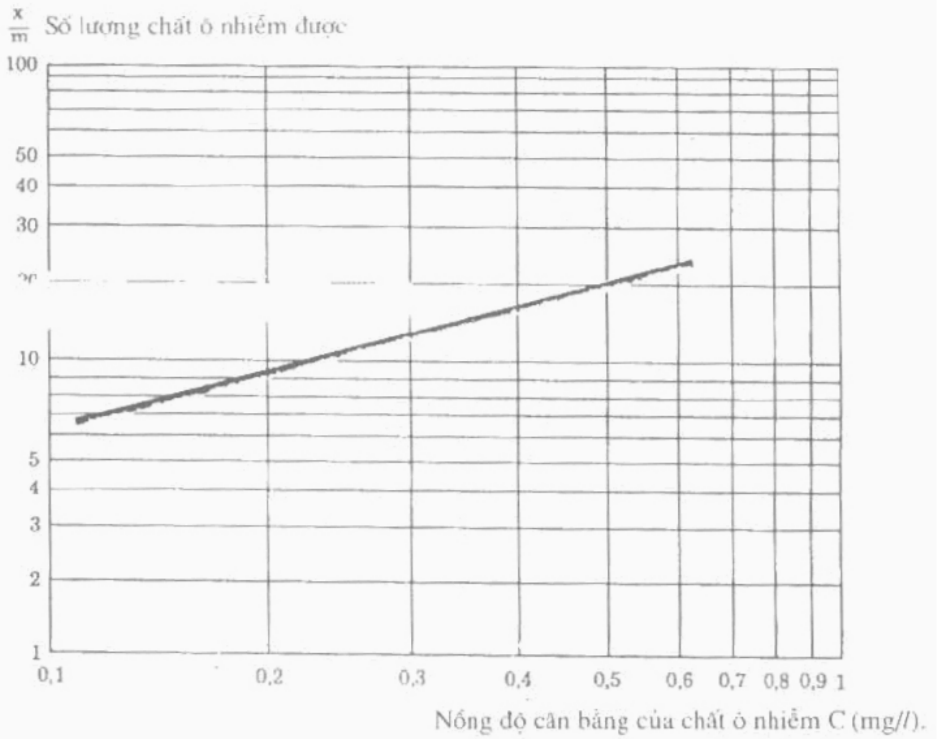
thu theo chuẩn độ permanganat của nước này và đem so với thể tích nhựa, nó cho ta số lượng chất hữu cơ đã bị oxy hóa, tính bằng khối lượng ôxy trên một lít nhựa.

• *Sắt*

Lấy một thể tích nhựa cho tiếp xúc với một thể tích axít clohydric đã biết, giữ ở nhiệt độ 80-90°C trong 30 phút. Định lượng sắt trong nước này cho phép tính khối lượng sắt đã tách ra của 1lít nhựa.

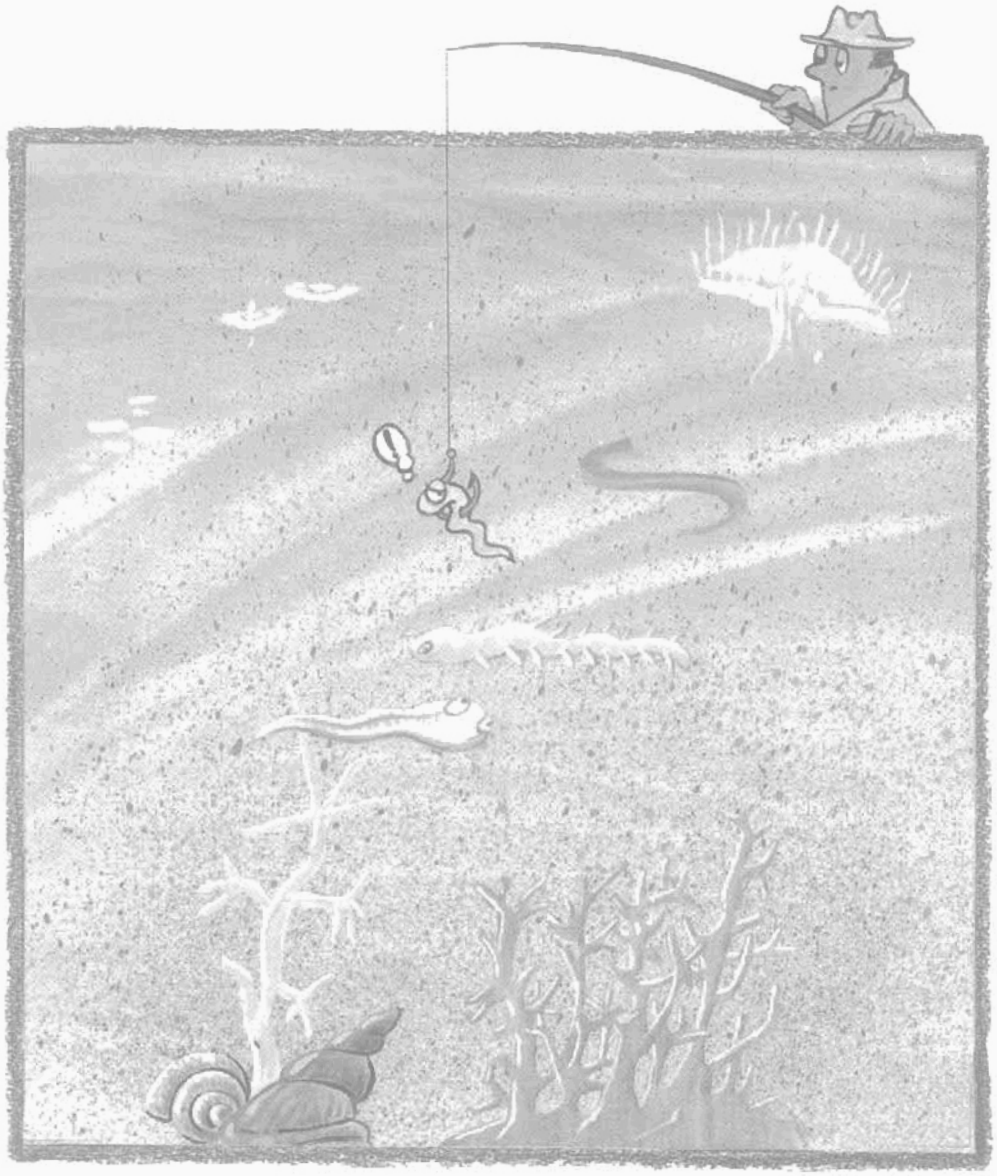
• *Silic*

Lấy một thể tích nhựa cho tiếp xúc với một thể tích xút đã biết và giữ ở nhiệt độ 80°C. Định lượng silic trong nước này cho phép tính toán khối lượng silic đã tách ra của một lít nhựa.



Hình 183. *Ví dụ về đường hấp thụ đẳng nhiệt của than hoạt tính* ($\frac{x}{m} = C^n$)

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

6

SINH VẬT TRONG NƯỚC



Hình 184

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Sự sống nẩy sinh trong nước và số lớn các hiện tượng sống diễn ra ngay cả trong môi trường biển nguyên thuỷ cũng như trong hồ, sông, ao, đập chắn nước,... Rất nhiều trong các hiện tượng sống này là có ích: Nhiều hợp chất hữu cơ phát sinh do quang hợp hay do hoạt động của con người được khoáng hóa thông qua hoạt động của vi sinh mà quá trình tự làm sạch trong tự nhiên được duy trì. Cũng vậy, xử lý và lọc sinh học nước là những áp dụng "thuần dưỡng" các vi sinh ở nước bởi con người.

Ngược lại, sự sống trong nước có thể trở thành nguy hại cho môi trường nước hay cho con người nếu nó quá dư thừa (hiện tượng dư dinh dưỡng tăng

http://tieulun.hopto.org

trường). Ngay trong môi trường thiên nhiên, các vi sinh vật có thể sinh ra các hợp chất rất khó loại bỏ trong đất, bùn, mốc và truyền mạnh vào nước. Chúng có thể ăn mòn thành ống, sinh ra nước đỏ và đục (vi khuẩn sắt). Cuối cùng do bản chất của chúng có thể làm hại đến sức khoẻ của người tiêu dùng (vi sinh mang mầm bệnh).

Chương này giới thiệu đặc tính sinh học của nước ngọt, giới thiệu một số phân loại thường dùng đối với sinh vật và cung cấp một số kiến thức cơ bản để bạn đọc tham khảo các tài liệu đặc biệt khác có độ chính xác cao hơn.

2. NGUYÊN TẮC PHÂN LOẠI CÁC SINH VẬT SỐNG

Người ta phân thành ba giới: vi khuẩn, động vật và thực vật. Giới thứ nhất có giới hạn nhỏ hơn hai giới kia. Về phần virut, các đại phân tử axit nuclêic (kết hợp với các prôtêin) ta có thể xem như chúng đánh dấu ranh giới giữa sự sống và các chất trơ. Chúng tạo nên một thế giới riêng biệt mà ta có thể tách biệt cuộc sống tế bào thể hiện bằng ba giới kể trên.

Người ta đưa ra một bảng tóm tắt đối với mỗi giới mà ở đây chỉ đưa ra một số chi nhánh, (ngành, lớp, bộ, họ và giống) và chỉ phát triển các nhóm có ích do sự sống của chúng trong môi trường nước. Về cấp bộ, họ và giống chỉ nêu lên một vài ví dụ riêng biệt xem như là minh hoạ. Ta có thể tìm thấy sự mô tả chi tiết hơn trong phụ chương về vi khuẩn lọc và nghiên cứu thực vật nổi.

2.1. Giới vi khuẩn

Nó được cấu thành từ các vi sinh đơn bào biệt lập hay lệ thuộc. Nó được chia thành hai giới khác nhau bởi nhiều đặc điểm, nhất là các vi khuẩn Procaryot (không có màng nguyên sinh). Tuy nhiên đặc tính này cũng chung với các Cyanophyxê. Mặc dù vậy, người ta cũng thấy ở các vi khuẩn có ái lực cho mỗi một trong hai loại giới sau trong phân loại các vi khuẩn được đề nghị ở đây (PRÉVOT, 1961) thực tế ta có 4 ngành so với ngành vi khuẩn thực (Eubacteria), ba ngành khác thể hiện một số tính tương tự với nấm (Mycobacteria) hoặc với tảo (Algobacteria) hoặc với động vật đơn bào hay (Potozoobateria) động vật nguyên sinh.

2.2. Giới thực vật

Trên cơ sở phân loại, ta thấy các Myxomycete (nấm bậc thấp) và tảo Eumycete (nấm bậc cao). Sau đó rất nhiều ngành tảo, bắt đầu từ đó chuyển qua các Bryophyt (bot) sau đó các Pteridophyte (thực vật hoa ẩn có mạch) ta tiến tới thực vật bậc cao.

http://tieulun.hopto.org

Ngành	Lớp	Bộ	Họ	Loài (ví dụ)
Eubacteria	Asporulales	Micrococcales	Neisseriaceae	Neisseria
			Micrococcaceae	**Streptococcus,** Staphylococcus
		Bacterales	Pseudomonadaceae	**Pseudomonas,** Serratia
			Enterobacteriaceae	Escherichia, **Salmonella,** *Shigella*
			parvobacteriaceae	Pasteurela *Brucella*
			Ristellaceae	Ristella
			Protobacteriaceae	Nitrobacter, Nitrosomonas, Thiobacillus
			Bacteriaceae	bacterium, Lactobacillus
		Spirillales	Vibriaceae	**Vibrio**, Cellvibrio
			Sprillaceae	Sprillum
	Sporulales	Bacillales	Bacillaceae	**Bacillus** (B.subtilis)
			Innominaceae	Innominatus
		Clostridiales	Endosporaceae	Endosporus
			Clostridiaceae	Clostridium (Cl. perfringens)
		Plectridiales	Terminosporaceae	Trerminosporus
			Plectridiaceae	Plectridium
		Sporovibrionales	Sporocibrionaceae	**BSporovibrio** (hoặc **Desulfovibrio**)
Mycobacteria	Actinomycetales	Actinobacteriales	Sphaerophoraceae	Sphaerophorus
			Actinomycalaceae	**Actinomyces,** *Nocardia*
			Streptomycetaceae	***Streptomyces***, *Micromonospora*
		Mycobacteriales	Mycobacteraceae	Mycobacterium
	Mycobacteriales	Myxococcales	Myxococcaceae	Myxococcus

http://tieulun.hopto.org

Ngành	Lớp	Bộ	Họ	Loài (ví dụ)
		Angiobacteriales	Archangiaceae	Archangium
			Sorangiaceae	Sorangium
			Polyangiaceae	Polyangium Chondromyces
		Asporangiales	Cytophagaceae	Cytophaga, Flexibacter
	Azotobacteriales	Azotobacteriales	Azotobacteriaceae	Azotobacter
Algobacteria	Siderobacteriales	Chlamydobacteriales	Chlamydobacteriaceae	**Sphaerotilus, Leptothrix**
			Crenothricaceae	**Crenothrix, Clonothrix**
			Siderocapsaceae	Siderocapsa, Sideromonas, Ferrobacillus
		Caulobacteriales	Caulobacteriaceae	Caulobacter
			Gallionellaceae	**Gallionella**
	Thiobacteriales	Rhodothiobacteriales	Thiorhodaceae	Thiocystis, Chromatium
			Thiobacteriaceae	Thiobacterium, Thiospira
			Athiorhodaceae	Rhodopseudomonas
		Chlorobacteriales	Chlorobacteriaceae	Chlorobium, Pelodyction
			Chlorochromataceae	Chlorochloromation
		Leucothiobacteriales hoặc Beggiatoales	Beggiatoaceae	Beggiatoa, Thiothrix
			Achromiaceae	Achromatium
Protozoobacteria	Spirochaetales	Spirochaetales	Spirochaetaceae	Spirochaeta
			Treponemaceae	Treponema, Leptospira

Ghi chú: Chữ in nghiêng là loài thường gặp trong vi ba nước.

GIỚI THỰC VẬT

Ngành	Lớp (ví dụ)	Bộ (ví dụ)	Họ (ví dụ)	Loài (ví dụ)
- Thallophytes (Cryptogames cellulaires).				
Myxomycètes	Myxogastromycètes	Physarales	Didymiacées	Didymium
- Fumycètes	Phycomycètes	Leptomitales	Leptomitacées	Leptomitus
	Zygomycètes	Mucorales	Mucoracées	Mucor
	Ascomycètes	Aspergillales	Aspergillacées	Aspergillas
	Basidiomycètes	Agaricales	Amanitacées	Amanita

http://tieulun.hopto.org

Ngành	Lớp (ví dụ)	Bộ (ví dụ)	Họ (ví dụ)	Loài (ví dụ)
- Chlorophytes (algues vertes)	Chlorophycées	Volvocales	Chlamydomonadacées	Chlamydomonas
		Chlorococcales	Hydrodictyacées	Pediastrum
		Ulothrichales	Ulothricacées	Hormidium
		Chaetophorales	Chaetophoracées	Draparnaldia
		Conjugales	Zygnematacées	Spirogyra
- Euglenophytes	Euglenophycées	Eugonales	Euglénacées	Euglena
- Chrysophytes (algues jaunes)	Bacillariophycées hoặc Diatomées	Centrales		Cyclotella
		Pennales	Araphidées	Synedra
			Monoraphidées	Rhoicosphenia
			Biraphidées	Navicula
	Chrysophycées	Ochromonadales	Synuracées	Synura
	Xanthophycées hoặc Hétérokontes	Heterotrichales	Heterotrichacées	Tribonema
		Heterosiphonales		Vaucheria
-Cyanophytes (algues bleues)	Myxophycées	Chroococcales	Chroococcacées	Microcystis
		Hormogonales	Oscillatoriacées	Oscillatoria
- Rhodophytes (algues rouges)	Rhodophycées	Bangiales		Bangia
		Floridées		Batrachospermum
- Pyrrhophytes	Cryptophycées	Cryptomonadales		Cryptomonas
	Dinophycées (hoặc Péridiniens)	Peridiniales		Peridinium
		Dinorapsales		Gleodinium
- Phéophytes (algues brunes)	Phaeophycées	Fucales		Fucus
- Bryophytes (Muscinées)	Hépatiques	Jungermanniales		Riccia
	Mousses	Sphagnales		Sphaigne
- Pendophytes (Cryptogames vasculaires)	Filicinées			Fougères
- Spermatophytes hoặc phanérogames				
- Gymnospermes	Coniférales	Abietales	Pinacées	Sapin
- Angiospermes	Monocotylédones	Fluviales	Potamogétonacées	Potamogeton
		Glumiflores	Graminées	Céréales
		Cypérales	Juncacées	Jonc
			Cypéracées	Carex
		Spadiciflores	Lemnacées	Lemna, Wolffia
		Pandanales	Typhacées	Typha
		Ranles	- Cératophyllacées	Ceratophyllum
			- Nymphéacées	Nuphar Nymphaea
	Dicotylédones	Légumineuses	- Papilionacées	Pois hanicot
		Fagales	Fagacées	Chêne, Hêtre

http://tieulun.hopto.org

2.3. Giới động vật

Các vi sinh vật đơn giản nhất là các động vật đơn bào (động vật nguyên sinh) chúng gồm phần lớn dạng ký sinh (ở các trùng roi chỉ có Polymastigin và Dipolomonadin có ở dạng tự do, lớp trùng bào tử luôn luôn kí sinh.

Trong thực vật nổi và hệ động vật của bùn hoạt tính, ta thấy nhiều động vật nguyên sinh mà ý nghĩa và vai trò của chúng rất quan trọng. Ngành bọt biển là giai đoạn chuyển từ động vật nguyên sinh sang động vật đa bào. Bọt biển nguyên thuỷ thể hiện như một tập đoàn động vật nguyên sinh khác nhau. Sau đó, ngày càng tiến tới động vật bậc cao, ta gặp các ngành quan trọng theo quan điểm thực vật nổi, đặc biệt ở ngành giun (lớp trùng bánh xe) và ngành chân khớp (lớp thân giáp và ấu trùng sâu bọ). Hệ thống phân loại đưa ra ở đây không thể xem là vạn năng.

GIỚI ĐỘNG VẬT **I. Động vật đơn bào**			
Ngành	Lớp (thí dụ)	Bộ (thí dụ)	Loài (thí dụ)
Trùng chân giả	Amibien		Amoeba
	Foraminifere		Polystomella
	Radiolaire		
	Heliozoaire		
Trùng roi	Zooflagelle	Herpetomoladine	Trypanosome
		Polymastigine	Trichomona
		Diplomonadine	Lamblia
		Hypermastigine	
Trùng bào tử	Telosporidie	Gregarine	
		Coccidic	
		Hemosporidie	Plasmodium
	Cnidosporidie		
Protecilliés		Opaline	
Trùng có	Cilie	Holotriche	Paramecie, Colep
		Heterotriche	Stentor
		Peritriche	Vorticelle
		Hypotriche	Euplote, Aspidisca
	Tentaculifee		Podophrya
	(Acinetien)		Acineta

http://tieulun.hopto.org

GIỚI ĐỘNG VẬT CẤP THẤP II . Động vật đa bào				
Ngành	Lớp (ví dụ)	(ví dụ)	Bộ (ví dụ)	Loài (ví dụ)
1	2	3	4	5
Bọt biển	éponges calcaires	Demosponges	Tetraxonides	Spongilla
	éponges siliceuses			
Ruột khoang	Hydrozoaires		Hydraires	Hydre
	Scyphozoaires		Méduses	Craspedacusta
	Anthozoaires	Hexacoralliaires	Madréporaires	Coraux
Da gai	Echinoides			Oursins
Giun, giẹp	Turbellariés	Néoophores	Triclades	Planaire
	Trématodes		Digéniens	Douve, bilharzie
	Cestodes	Eucestodes	Cyclophyllidiens	Tenia
Giun vòi	Némertes	Anmées	Hoplonémertes	Prostoma
Giun tròn	Gastérotriches		Chétonoides	Chaetonotus
	Nématodes	Aphasmidaires	Trichinoides	Trichine
		Phasmidaires	Tylenchoides	Anguillule
			Ascaridoides	Ascaris
	Acanthocéphales			Pomphorhynchus
			Gordioides	Gordionus
	Gordiacées			

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5
Trùng bánh xe	Blelloidés		Blelloides	Philodina
	Monogonontes		Ploimides	Keratella
			Flosculatiacées	Hexarthua
Giun to đuôi	Gephyriens		Echiurinée	Bonellie
Trùng có đốt	Polychètes		Errantes	Nereis
	Clitellates		Oligochètes	Tubifex, Nais
			Hirudinées	Sangsues
Hình rêu	Bryozoaires	Ectoproctes	Phylactolèmes	Cristatella
	Brachiopodes	Testicardines		
Thân mềm	Amphineures			Chiton
	Scaphopodes			
	Gastéropodes	Euthyneures	Pulmonés	Planorbe
	Lamellibranches		Eulamellibranchés	Dreissena (moule)
		Dibranchiaux	Octopodes	
	Céphaloppodes		Décapodes	Pieuvre
				Seiche
Chân khớp	Crutacés	Entomostraces	Ostracodes	Cypris
			Copépodes	Cyclops
			Cladocères	Daphnia, Bosmina
		Malacostracés	Isopodes	
			Amphipodes	Asellus, Cloporte
				gammarus
			Decapodes	Atacus (Ecrevisse)
	Tardigrades		Eutardigrades	
	Myriapodes	Diplopodes	Chilognathes	Macrobiotus
	Arachnides		Acariens	Lule
	Insectes	Ptérygotes	Dipteres	Hydrachna
				Chironome

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5
Ngành sống miệng	Entéropneustes			
Hình thừng:	Ascidies			
- Tuniciers				Amphioxus
	Cyclostomes			Lamproie
- Acraniens	Chondrichtyens	Elasmobranches	Sélaciens	Réquin
- Vertebres	Ostéichtyens	Néoptérygiens	Téléostévns	Truite
	Batraciens		Urodèles	Protée
			Anoures	Grenouille
	Reptiles		Chéloniens	Tortue
	Oiseaux		Anatidés	Canard
	Mammifères	Placentaires	Primates	Homme

3. NHẬN DẠNG CÁC VI SINH VẬT NƯỚC

Theo cách ứng xử thực tế, những cơ sở nhận dạng là tập hợp lại thành nhóm tuỳ theo vai trò của các vi sinh đối với nước, một mặt là sản phẩm cho người tiêu thu và mặt khác là sản phẩm cần phải làm sạch.

3.1. Các vi sinh vật được chú ý trong sản xuất, phân phối và tiêu dùng

3.1.1. Vi sinh vật gây bệnh

Các vi sinh vật gây bệnh khi chúng có khả năng sinh trưởng trong một sinh vật đa bào khác và làm rối loạn sức khoẻ của nó ở mức độ ít hay nhiều. Đặc tính gây bệnh là đặc thù của một số loại vi khuẩn, tuy nhiên, một số mầm bệnh thường không có độc tính, có thể gây ra một số bệnh lý khi các điều kiện môi trường thuận lợi cho sự phát triển hay chúng thâm vào bằng con đường sinh học bất thường (do tai nạn), ví dụ khuẩn coli trong máu.

http://tieulun.hopto.org

• *Vi khuẩn*

Nhận dạng các vi khuẩn thực hiện bằng khả năng hồi sinh trên môi trường đặc biệt bằng chất phản ứng hoá học, hoặc các phản ứng dính kết huyết thanh, cho phép làm rõ tất cả các đặc tính sinh hoa chất tế bào hay màng các vi khuẩn khi kiểm tra chất lượng vi khuẩn của nước để khẳng định sự vắng mặt của tất cả các mầm bệnh, phương pháp thường dùng nhất là phương pháp gián tiếp kiểm tra sự vắng mặt của vi khuẩn chỉ thị sư nhiễm bẩn của nước bằng phân.

Tuy nhiên, môi trường và các phản ứng đặc biệt được phát triển từ khi có Pasteur đã làm sáng tỏ bản chất và tính độc của tất cả các vi khuẩn gây bệnh. Các kỹ thuật phân tích được áp dụng trên nước lấy ra từ trong môi trường bệnh viện. Khó khăn bổ sung gắn liền với môi trường nước là mức độ pha loãng mầm gây bệnh, và ở trạng thái ứng suất mà ở trạng thái này sự giữ lại nước của chúng đôi khi xảy ra. Việc tách chúng yêu cầu áp dụng kỹ thuật đặc biệt như phương pháp cô đặc (lọc qua màng), kỹ thuật nuôi cấy (lò ấp ở nhiều mức nhiệt độ).

Trong số các vi khuẩn chính gây bệnh truyền vào môi trường tiếp nhận cho người khoẻ hay ốm và có thể truyền vào các cá thể không miễn dịch bằng con đường nước tiêu dùng ta thấy:

- Trực khuẩn sốt rét thương hàn:

+ Trực khuẩn thương hàn hay trực khuẩn Eberth: vi khuẩn thương hàn xamon;

+ Khuẩn cận thương hàn A và B lần lượt là khuẩn xamon cận thương hàn, S schotlmuelleri

- Trực khuẩn bệnh lị như là:

+ Khuẩn Shigella và Shigella paradysenteria;

+ Shigella fecxneri hay trực khuẩn Flexner. Các chứng bệnh thuộc dạ dầy-ruột có chứa khuẩn Xamon và Shiglio thường không có đặc trưng rõ ràng, có nhiều trường hợp không rõ.

Vi khuẩn tả dấu phẩy được nhà bác học Koch tìm ra có dạng que nhỏ uốn cong dạng trùng roi và di động.

- Bệnh tụ huyết trùng Tularensi tạo nên một bệnh thường truyền từ người này sang người khác bằng côn trùng hút máu, nhưng nước cũng có thể góp phần làm lan truyền bệnh này:

http://tieulun.hopto.org

- Campylobacter sau khi đã xem xét trên bệnh lý động vật, ngày nay nó có thể gây viêm ruột cũng nghiêm trọng như khuẩn Xamon. Proten morgami sinh ra bệnh ỉa chảy nhất là ở trẻ con vào mùa hè;

- Proteus vulgaris gây ra bệnh ỉa chảy và chứng chảy máu ruột (giống chút ít sốt thương hàn) và các nhiễm trùng khác;

- Coli Escherichia là tác nhân bệnh khuẩn que coli;

- Khuẩn que mủ xanh thường có trong nước thải;

- Khuẩn cầu chùm màu vàng gây ra nhiều chứng bệnh ngoài da hay thực phẩm (áp xe, ung nhọt, ngộ độc) nó được nghiên cứu trong nước bể bơi mà ở đây sự có mặt của nó thể hiện sự tháo nước mặt không đầy đủ.

- Légionnelles được phát hiện trong chừng mực là gây bệnh cho người vào năm 1976, tiếp theo là sự dịch chuyển trong một nhóm người lê dương cũ. Sự nhiễm trùng gây ra dọ vi khuẩn nhẹ nhàng hơn (sốt rét). Các mầm bệnh có thể được tăng lên trong nước nóng (vòi tắm, điều hoà không khí).

- Trùng xoắn móc câu chảy máu vàng da, gây nên chứng bệnh chảy máu vàng da rất phổ biến trên thế giới. Rất nhiều vật mang bệnh, đặc biệt là chuột hoang dã, công nhân dọn cống rãnh đôi khi bị nhiễm bệnh này.

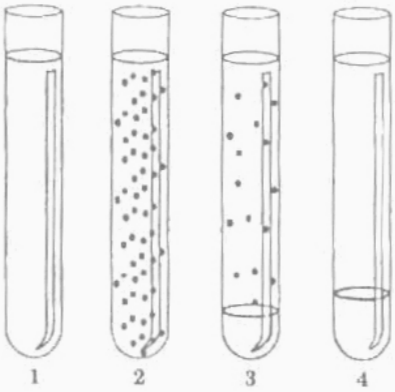
Cần phải bổ sung về mặt bệnh lý mà hiệu ứng lâm sàng đã được nghiên cứu kĩ, các mầm bệnh này có thể có độc tính đáng kể đối với vi sinh miễn dịch chưa đủ, ví dụ chúng là các vi khuẩn xuất hiện ở nhóm Yersin hay Aeromonas. Mầm bệnh này không giống với sự gây bệnh kể trên và có nguy hiểm là nó phù hợp với môi trường nước. Đặc biệt chúng có khả năng phát triển ở nhiệt độ gần 0°C và có ít chất hữu cơ hoà tan, trong các điều kiện rất gần với điều kiện trong mạng ống phân phối nước.

http://tieulun.hopto.org

Hình 185. *Ví dụ bộ sưu tập nhận dạng làm rõ ràng đặc tính en-zim của vi khuẩn (theo phương pháp vi lượng API20E)*

Thí dụ cho vi khuẩn xamon

http://tieulun.hopto.org



1. Ống nghiệm kiểm chứng;

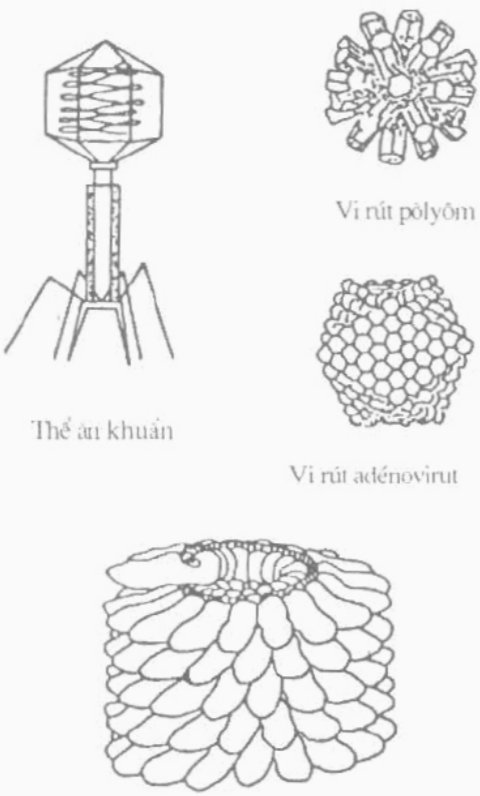
2, 3. Ngưng kết;

4. Lắng gạn.

Hình 186. *Ví dụ bức tranh của huyết thanh dính kết*

Sự ngưng kết của vi khuẩn tạo ra các bông cặn vi khuẩn lắng được thử nghiệm vi khuẩn ở ống nghiệm để tìm đặc tính sử dụng serum tương ứng với chúng.

Dính kết của các mầm bệnh thể hiện bằng dự tạo ra một cục vón vi khuẩn lắng được. Điều đó chỉ ra rằng vi khuẩn đã thử tương ứng với huyết thanh đặc biệt đã sử dụng và như vậy cũng cho phép nhận dạng.



Hình 187. *Hình dạng của một số virút*

• *Virut*

Virut là tác nhân gây bệnh cực nhỏ, chỉ nhìn thấy dưới kính hiển vi điện tử và nó có thể chỉ sinh trưởng trong tế bào sống. Một virut được cấu tạo bằng sự liên kết một axít nuclêic và một prôtêin, nó có thể tách ra theo cách hoá học và ngay cả bằng cách tinh thể hoá. Hợp nhất cả hai cấu phần này có thể sinh ra virút với tất cả tính chất sinh học. Khi một tế bào sống bị tấn công bằng một vi rút, nó tự biến đổi nhanh chóng thành một quần thể hạt với các virut mới sẵn sàng nhiễm bệnh sang tế bào mới.

Người ta có thể thấy trong nước các virut sau:

- Virut đường ruột:

+ Virut Polyomyelit tác dụng lên thần kinh trung ương;

+ Virut ECHO gây nên bệnh đường ruột không trầm trọng (đi

http://tieulun.hopto.org

ỉa chảy của trẻ em). Một số loại huyết thanh có thể truyền bệnh viêm màng não tăng bạch cầu;

+ Caxsakie A và B có thể gây nên viêm màng não bạch cầu, chứng đau cơ hay suy tim. Các tác nhân gây viêm dạ dày - ruột non trẻ sơ sinh;

- Virut viêm gan : chỉ có loại A có thể truyền bệnh qua nước (còn loại B do truyền máu). Bệnh gây thành dịch trong một số vùng nóng;

- Các Adénovirus tác động lên đường hô hấp và mắt, nhưng chúng cũng có trong ruột;

- Rotavirus gây ra bệnh ỉa chảy thường nghiêm trọng với trẻ em. Chúng được xem như là kẻ gây bệnh đi ỉa chảy từ 20-70% trường hợp đối với trẻ sơ sinh;

- Bệnh cúm mà các bể bơi có thể truyền đến một cách ngẫu nhiên có rất nhiều trong nhớt mũi, vì chúng rất hiếm có trong ruột;

- Virut Reo còn chưa biết rõ;

- Virut u nhú tạo ra các mụn cơm nhiễm vào ở các bể bơi. Thực vậy, vai trò của nước trong việc truyền một số bệnh do virut còn tranh cãi nhiều. Ngoài ra, người ta thấy hiếm có trường hợp một nguồn nước góp phần vào các bệnh dịch do virut. Nước luôn bị ô nhiễm lớn do nước cống: hình như nguy cơ gây bệnh dịch chỉ tồn tại trong điều kiện cực đại, nhưng ta cũng chưa biết rõ liều lượng nhiễm trùng nhỏ nhất. Nếu virut có trong nước, thì chúng có một lượng nhỏ, do đó cần phải cô đặc nước để phân tích.

• *Các loại nấm rất nhỏ đôi khi nhiễm vào các ống dẫn*

Vi khuẩn Histoplasma sulatim là tác nhân gây bệnh Histoplasma. Trừ những nghiên cứu đặc biệt, người ta chưa biết dịch bệnh có nguồn gốc từ nước do có nấm gây ra.

• *Amip*

Chúng có thể sinh sống hơn một tháng trong nước dưới dạng u nang. Tuy nhiên, chúng dễ dàng bị loại bỏ bằng xử lý ôzôn với lượng dư 0,4mg/l sau 4 phút tiếp xúc. Hai loài vận chuyển theo nước có tác dụng gây bệnh mạnh cho con người là : Entameba histolytica, tác nhân gây bệnh lị nghiêm trọng, đôi khi chết người (dịch ở Chicago năm 1934). Negleria gruberi, tác nhân gây viêm màng não truyền bằng đường nước, nhất là trong các bể bơi. Sự chống đỡ của các vi sinh này đối với thuốc khử trùng lớn hơn so với nhiều vi khuẩn khác, gây phức tạp cho việc loại bỏ chúng, nhưng ta có thể làm tăng chỉ số hiệu nghiệm của thuốc khử trùng.

http://tieulun.hopto.org

• *Động vật nguyên sinh*

Giardia lamblia là tác nhân gây bệnh viêm dạ dày-ruột non từ nước cho nhiều người (ở Mỹ 4-22%). Sự chống đỡ lại thuốc khử trùng rất cao, nhất là dưới dạng kết nang. Chúng được loại trừ dễ dàng bằng xử lý kết bong với liều lượng chất phản ứng tối ưu, tiếp theo là lọc nhanh qua cát.

• *Các loài giun*

Nước có thể vận chuyển nhiều giun ký sinh ở người và động vật. Giun hoặc trứng giun không bị triệt do khử trùng ở liều lượng thuốc thông thường, ngược lại kích thước của chúng nói chung đủ lớn có thể lọc để loại bỏ nguy cơ ô nhiễm

Các loài giun tiếp tục phát triển ở nhiều vật chủ khác nhau:

- Sán dây: dạng cầu bán kính 35μm tạo nên nang ở lợn;

- Sán saginat: trứng hình ô van 25×35mμ, tạo thành các nang ở bò;

- Sán Echinococcus: trưởng thành ở chó, tạo các nang sán ở cừu (nang nước), trứng có kích thước 25×35μm;

- Sán đầu giác latus: sinh trưởng ở người, trứng ô van kích thước 45×70μm, phát triển trong nước, giải phóng ra một phôi ô nhiễm vào động vật thân giáp. Cá ăn các động vật này và phôi trở thành ấu trùng (dài từ 8 đến 30mm) và cư trú trong cơ của cá;

- Sán lá gan: giun dẹt phát triển ở người hay ở cừu. Trứng có kích thước từ 70-130μm phát triển trong nước sinh ra một phôi tiêm mao nhiễm vào cơ thể của ốc ao và chuyển thành ấu trùng sán lá gan. Nó bơi đến ẩn náu trên cỏ dưới nước trước khi nhiễm trung vào cừu. Nó cư trú và lớn lên trong gan;

- Sán máng: tên mầm là Schistosma và gây nên một bệnh nguy hiểm gọi là bệnh sán máng hay Schistosmase đặc biệt phổ biến ở vùng khí hậu nóng của trái đất. Nó tồn tại hai dạng bệnh và ba loài sán ký sinh;

- Sán bàng quang gây ra do S.hxmatobium (Ai Cập, Châu Phi nhiệt đới, Madagascar);

- Sán dương tuột gây ra do S. haematobium (Ai Cập, Châu Phi nhiệt đới, Madagascar, Nan Phi) hoặc bằng S.Taponicau (vùng Cận Đông).

Chúng lớn rất nhanh trong mạch máu người. Trứng có dạng ôvan (50×150μm) có một mũi nhọn 25μm. Chúng bài tiết ra nước tiểu, phát triển trong nước tạo thành một phôi. Ở đây nó chuyển thành ấu trùng có đuôi quay

http://tieulun.hopto.org

trở lại nước và lại tác dụng và con người qua da hoặc màng nhầy ở miệng khi uống nước). Thời gian sống của ấu trùng là hai ngày.

Đấu tranh chống dịch bệnh này bằng cách phá các vật chủ trung gian nghĩa là ngành động vật thân mềm: phương pháp hoá học (thuốc diệt động vật có thân mềm), phương pháp sinh học thay đổi nơi sống của chúng.

Trong nước uống, các ấu trùng có đuôi có thể được loại bỏ bằng lọc qua cát mịn (lớn nhất 0,35mm). Nhưng trước hết là tác dụng của clo hoá trước và khử trùng kết thúc (bằng clo hay ôzôn) đồng thời bảo đảm diệt các ấu trùng với điều kiện phải tuân theo một liều lượng và thời gian tiếp xúc phù hợp:

- Ascaris lumbricoit thường có trong ruột non của người và lợn. Trứng hình ôvan có kích thước 50×70µm sinh trưởng trong nước hay đất ẩm tạo ra một phôi kích thước 0,3mm, nhiễm trùng trực tiếp vào người;

- Giun kim: thường có ở trẻ con (trứng ôvan có mặt bet 20×50µm) Không sống trong nước;

- Eustrongylus gây nhiễm trùng bằng đường nước tiểu. Trứng hình enlip (40×60µm) được đẩy ra do nước tiểu. Phôi dài 0,25mm nhiễm trùng vào cá (vật chủ trung gian);

- Giun móc tá tràng (giun lươn): giun nhỏ dài 6-20mm, sống trong ruột khoan thủng màng nhầy và gây ra bệnh xuất huyết và ỉa chảy rất dai dẳng (bệnh giun móc hay thiếu máu ở trẻ em). Trứng 30×60µm phát triển trong nước cần có một nhiệt độ tối thiểu là 22°C. Phôi 0,2mm tạo ra một ấu trùng có khả năng truyền qua da để nhiễm trùng người bệnh mới,

- Giun chỉ mêđin là động vật loài đẻ con, ấu trùng dài 0,5-1mm nhiễm trùng vào một động vật thân giáp và tạo ra một ấu trùng có đuôi. Ấu trùng này được nhốt cùng với nước cho phép nó phát triển ở người. Giun chỉ chuyển qua thành ruột tạo ra các ung nhọt dưới da. Giun trưởng thành dài từ 0,5-0,8m, đường kính 1mm. Nhiễm trùng cũng có khả năng do chuyển trực tiếp ấu trùng qua da;

- Giun chỉ hút máu người: loại giun này sống trong mạch máu của phần trong cơ thể và đặc biệt trong bóng đái gây nên bệnh đái ra máu. Truyền nhiễm bằng muỗi;

- Giun lươn đường ruột. Giun dài 2-3mm sống ở tá tràng. Trứng phát triển trong nước, sinh ra loại giun (giun lươn trong phân) để vào trong nước, các ấu trùng tạo thành có thể truyền nhiễm lại vào người qua đồ uống hay qua da.

http://tieulun.hopto.org

• *Côn trùng*

Các côn trùng dưới nước nguy hiểm cho sức khoẻ chủ yếu là muỗi, vì các ấu trùng buộc phải sống trong nước. Chúng là tác nhân truyền một số bệnh. Bệnh sốt rét chủ yếu do muỗi Anophen. Sốt rét vàng da (thyplus amaric) được truyền bằng Aedes Ai Cập. Các phôi muỗi vẫn có thể là vật chủ trung gian của một số bệnh.

3.1.2. Nước ngọt là nơi trú ẩn tự nhiên của các vi sinh hoại sinh

Về các vi sinh đã mô tả ở trên rất thích hợp với sự sống nhờ vào các sinh vật phức tạp hơn, đặc biệt trong các động vật hút máu, giun sán. Ta có thể kể đến tất cả một tập hợp sinh vật thích hợp trong môi trường nước. Chúng có vai trò rất ích lợi cho cân bằng tự nhiên với tư cách là sinh vật ăn chất thối rữa, ngược lại sự sinh trưởng của chúng dưới hiệu ứng làm giàu nitơ và phốtpho trong nước kéo theo tính độc hại cho người sử dụng nước: hiện tượng dị ứng cho người bơi, mùi và vị khó chịu rất khó khử khi xử lý nước uống.

Sự cân bằng phức tạp tác dụng đến sinh vật nước, ở đây cùng tồn tại các sinh vật tiêu thụ vi sinh hay các phân tử hữu cơ (sinh vật dị dưỡng) và các vi sinh sản sinh ra các chất hữu cơ như là các vi sinh tự dưỡng. Tảo và các thực vật nước có thể lập nên một quần thể khổng lồ các chất hữu cơ từ các nguyên tố (C, N, P) bằng quang hợp hay tổng hợp hoá học.

3.1.2.1. Vi khuẩn hoá tổng hợp (xem chương 2)

3.1.2.2. Tảo

Chúng có thể nổi hay mọc vào một giá đỡ (thực vật ở ngoại vi). Chúng không những tổng hợp thức ăn cho nó, mà còn sinh ra trong môi trường nước các hoá chất trung gian (chất chuyển hoá) làm độc hại cho nước uống. Khi tảo quá nhiều (chất béo mùi halometan sinh ra vị mạnh và thay đổi nhiều).

Nhận dạng tảo nổi (hay thực vật nổi) theo bảng 49.

Sự phân loại tảo trước hết dựa trên cơ sở sắc tố (ngành lớn) sau đó trên hình thái học, các chất dự trữ, bộ khuẩn roi. Nó cho phép chỉ thị một lượng vi sinh rất phong phú chiếm hơn 2.000 loại phôi, nhiều phôi trong số đó gồm có hàng chục loài.

Nhận dạng tảo là một công việc đặc biệt cần có nhiều kinh nghiệm và sử dụng nhiều tiêu chuẩn. Các minh hoạ dưới đây không có tham vọng cho

http://tieulun.hopto.org

phép nhận dạng đến loài, nhưng (đơn giản) đến các phôi hoặc một nhóm (hình 188, 189, 190).

Bảng 49. Nhận dạng tảo nổi theo mùi vị

Lớp tảo	Mùi tự nhiên		Vị tự nhiên	Cảm giác
	Tảo với số lượng hạn chế	Tảo với số lượng lớn		
1	2	3	4	5
Cyanophyceae:				
Anabaena	cỏ, mốc	thối	-	-
	sen	hôi		
		thuốc		
Anabaenopsis	-	cỏ		
Aphanizomenon	cỏ, mốc	thối	ngọt	khô
	sen	hôi		
		thuốc		
Cilindrospermum	cỏ	hôi	-	-
Gloeotrichia	-	cỏ	-	-
Gomphosphaeria	cỏ	cỏ	ngọt	-
Microcystis	cỏ, mốc	thối	ngọt	-
Anacystis		hôi		
		thuốc		
Nostos	mốc	thối	-	-
		hôi	-	-
		thuốc		
Oscillatoria	cỏ	mốc,thơm	-	-
Rivularia	cỏ	mốc	-	-
Tảo lục:				
Actinastrum	-	cỏ, mốc	-	-
Ankistrodesmus	-	cỏ, mốc	-	-
Chara	xạ hương	mốc, thơm	-	
Chlamydomonas	mốc, cỏ	tanh	ngọt	mem
		hôi		nhờn
		thuốc		
Chlorella	-	mốc	-	-
Cladophora	-	hôi	-	-

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5
Closterium	-	có	-	-
Costnarium	-	có	-	-
Dictosphaerium	có sen	tanh	-	-
Eudorina	-	tanh	-	-
Gloeocystis	-	thối thuốc	-	-
Gonium	-	tanh	-	-
Hydrodictyom	-	thối hôi	-	-
Nitella	có	có, thối	chất đăng	-
Pandorina	-	tanh	-	-
Pediatrum	-	có	-	-
Scenedesmus	-	có	-	-
Spirogyra	-	có	-	-
Staurastrum	-	có		-
Tribonnema	-	tanh	-	-
Ulothrix	-	có	-	-
Volvox	tanh	tanh	-	-
Khuẩn tre:				
Asterionella	thơm cây mỏ hạc	tanh	-	-
Cyclotella	có, thơm cây mỏ hạc	tanh	-	-
Diatoma	-	thơm	-	-
Fragnaria	có, thơm cây mỏ hạc	mốc	-	-
Melosira	có, thơm	mốc	-	mềm

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5
	cây mỏ hạc			nhờn
Meridion	-	ngọt	-	-
Pleurosigma	-	tanh	-	-
Stephanodiscus	cỏ, thơm	tanh	-	mềm
	cây mỏ hạc			nhờn
Synedra	cỏ	mốc, tanh	-	mềm
				nhờn
Tabellaria	cỏ, thơm	tanh	-	mềm
	cây mo hạc			nhờn
Bọ cườm:				
Dinobryon	coám	tanh	-	mềm
	tanh			nhờn
Mallomonas	cỏ tím	tanh	-	-
Synura	dưa chuột	tanh	chát đắng	khô
	thối			rắn
	thuốc			mềm
	dưa hấu			
Uroglenopsis	dưa chuột	tanh		mềm
Trùng mắt:				
Euglena	-	tanh	ngọt	-
Dinophyceae:				
Ceratium	tanh	thối	chát đắng	-
		hôi		
		thuốc		
Glenodinium	-	tanh	-	mềm
				nhờn
Peridinium	dưa chuột	tanh	-	-
Chẩu ẩn:				
Cryptomonas	cỏ tím	cỏ tím	ngọt	-
		tanh		

http://tieulun.hopto.org

3.1.2.3. Động vật nổi

Động vật nổi trong nước ngọt nghèo về thành phần và loài. Nó hiếm có một số lượng lớn trong sông ngòi, ngược lại có trong ao và hồ. Nó gồm các loài thân giáp (tôm cua) và động vật nguyên sinh (hình 191, 192, 193).

Các động vật nổi trong suốt, chúng chìm xuống ở độ sâu thay đổi tuỳ theo sự khuấy động mặt nước. Nó cũng di chuyển lên hàng ngày do việc đổi màu ngoài ánh sáng. Kích thước của chúng rất khác nhau, một số ngành chỉ gồm các cá thể vi sinh (đơn bào, trùng bánh xe), loại khác cỡ vài milimet (loài thân giáp). Chúng tự nuôi dưỡng bằng tảo, các vi khuẩn, các vụn hữu cơ hoặc tự ăn lẫn nhau. Sự sinh sôi nảy nở của chúng thay đổi theo mùa và theo sự phát triển của thực vật nổi và ngược lại. Thực vậy, sự sinh trưởng của tảo được chú ý ở sông hay trong bể chứa, tiếp theo là sự phá huỷ bằng đóc tố hoá học của động vật nổi từ tảo.

Ngoài ba nhóm đã kể trên, ta còn thấy các loài khác mà ấu trùng là thực vật nổi. Loại trương thanh sống cố định trên giá đỡ. Một số có thể tạo nên các nhóm cá thể lớn để bịt kín các ống dẫn nước không lọc (trường hợp của động vật thân mềm Dreissena polymorpha) hay gây phiền hà cho các bộ lọc trong một số công trình, ngành bọt biển, ngành thân mềm, ngành động vật hình rêu). Trứng, nang hay ấu trùng có thể chuyển qua thiết bị lọc và phát triển châm sau (giun, lớp giun tròn).

3.2. Các vi sinh liên quan đến làm sạch nước

3.2.1. Các vi khuẩn làm sạch

Bùn hoạt tính được cấu tạo chủ yếu từ các vi khuẩn và động vật nguyên sinh, đôi khi từ nấm, trùng bánh xe và giun tròn. Các vi khuẩn tạo thành nhóm lớn nhất chịu trách nhiệm khử bỏ ô nhiễm và tạo ra các bông cặn.

Rất nhiều loài vi vi khuẩn có thể tham gia vào việc tạo ra bùn hoạt tính. Bản chất của hợp chất hữu cơ tạo ra ô nhiễm ảnh hưởng đến bản chất của các giống trội cũng như các điều kiện môi trường: pH, nhiệt độ, ôxy hoà tan,...

Do đó, chất thải giàu prôtêin thuận lợi cho sự phát triển các giống Alcaligen, Bacillus hay vi khuẩn Flavo. Nước thải chứa nhiều gluxit hay hydrôcacbua có lợi cho giống Pseudlomonas. Sự có mặt của chất khử lưu huỳnh tác động đến sự phát triển của các giống Thithrix, Microthrix....

Lâu nay người ta đã nghĩ rằng các bong cặn từ bùn hoạt tính được cấu tạo từ khuẩn lạc của một vi khuẩn đặc biệt có tên là zoogIla ramigra. Thực tế,

http://tieulun.hopto.org

điều đó đã được chứng minh rằng tất cả các loại vi khuẩn có thể tạo ra một phần của bông cặn mà zoogIla ramigra chỉ giữ một vai trò nào đó mà thôi.

3.2.2. Vi thực vật

Tảo ở đáy phát triển ra xung quanh thiết bị, các bào tử được kéo theo bùn hoạt tính và trong các sợi nitrat do mài mòn màng sinh học. Ta có thể thấy rõ ràng nhờ kính hiển vi soi vỏ tảo đơn bào. Đương nhiên, chúng không chỉ giữ vai trò làm sạch trong bùn hoạt tính, mà cả trong trường hợp làm sạch bằng hồ sinh học.

3.2.3. Vi động vật

Bên cạnh vi khuẩn, nhóm quan trọng nhất là các động vật nguyên sinh, đặc biệt nhậy cảm với sự thay đổi điều kiện môi trường. Chúng là chất chỉ thị quí giá cho người vận hành, vì sự ngự trị của loài này chỉ cho biết mức độ thích hợp của bùn hoạt tính với bản chất của chất nền, chất lượng ôxy hoá, sự có mặt của chất độc,... Về vi trùng bánh xe, chúng là chất chỉ thị của một hệ thống sinh học đặc biệt ổn định. Ví dụ ta thấy tiếp sau đây một danh sách các vi sinh động vật chính của bùn hoạt tính.

- Trùng chân giả hay Amip (hình 194)

Khối nguyên sinh chất không có vỏ bao bọc hay gắn vào trong vỏ cứng hay bào tử tự dịch chuyển và sinh ra các động chân giả và tạo ra các nguyên sinh chất. Rất bền với điều kiện kỵ khí, thể ăn khuẩn bị loại trừ. Theamip là một dạng vi khuẩn phong phú ở các bể làm thoáng kéo dài (hình 195).

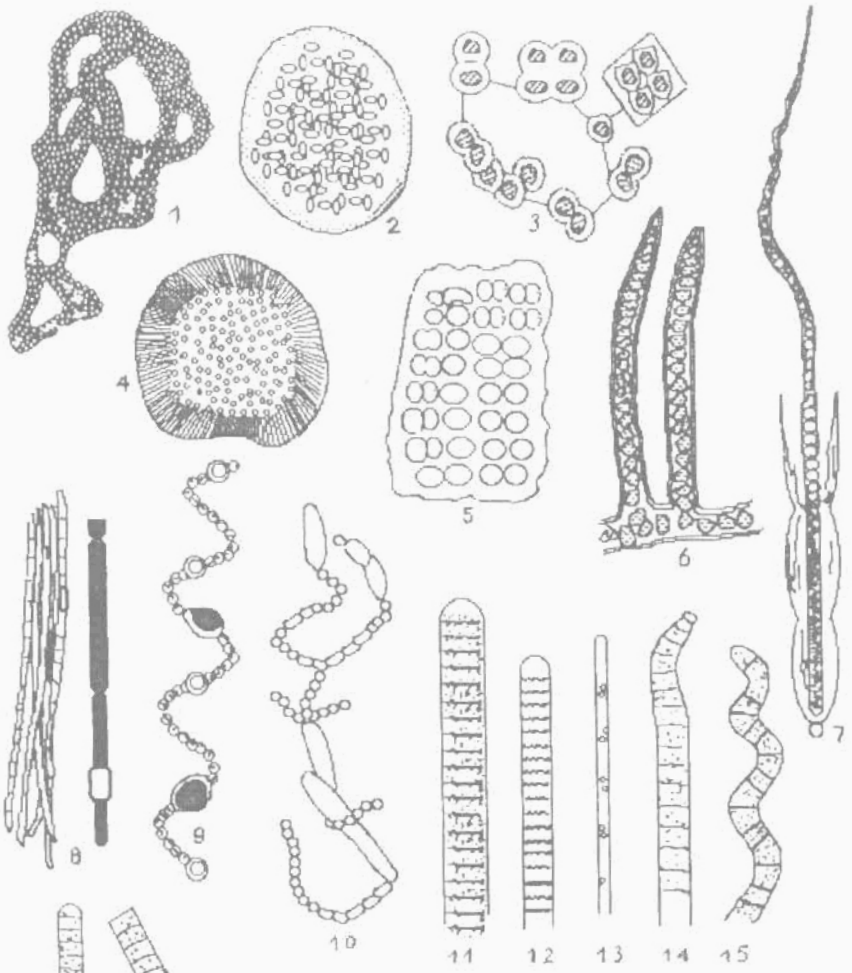
Amip tự do gồm:

- Các loài nhỏ (< 10μm) có rất nhiều trong quá trình khởi động trạm xử lý. Người ta cũng thấy chúng khi nhà máy xử lý hoạt động không tốt (các vi động vật độc hại hay kỵ khí);

- Các loài lớn (> 10μm) là đặc trưng của bùn hoạt tính tải trọng trung bình, và nhỏ và quần thể vi sinh gắn kết trên giá thể:

- Zooflagelles (hình 196).

http://tieulun.hopto.org

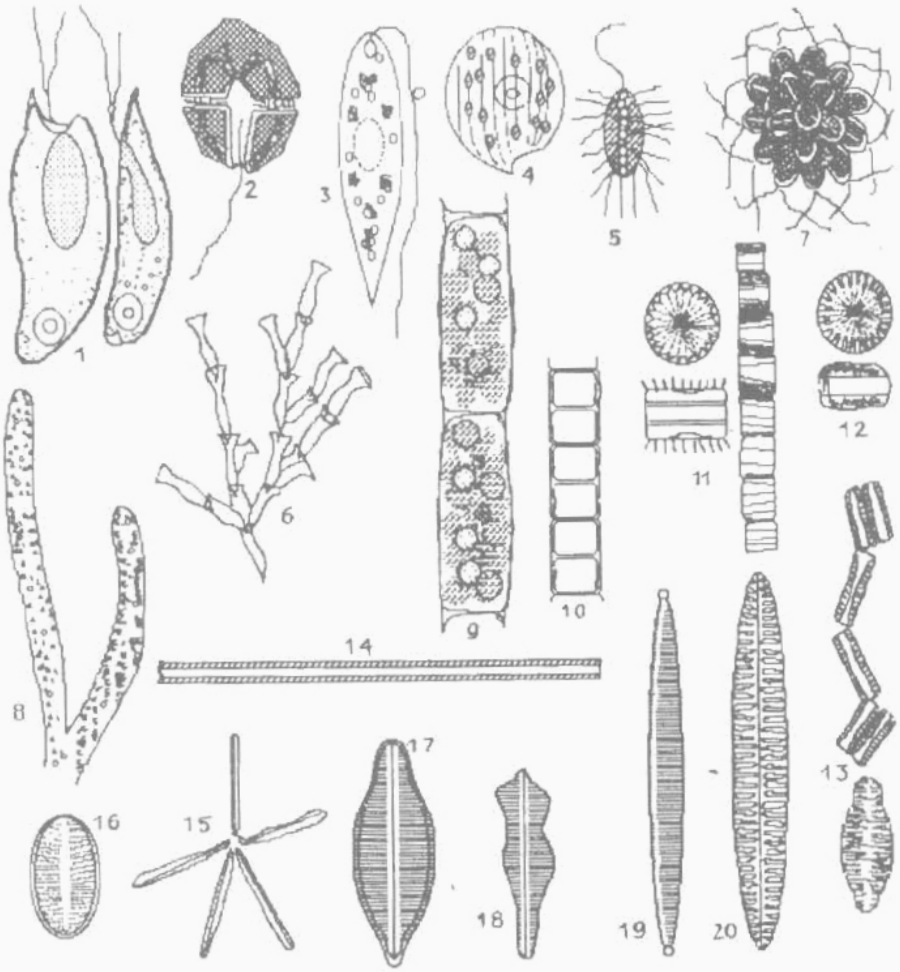


Cyanophytes (Algues bleues)

1 - Mycrocystis aeruginosa	9 - Anabaena spiroides
2 - Aphanocapsa stagnina	10 - Anabaena flos-aquae
3 - Gloeocapsa minuta	11 - Oscillatoria limosa
4 - Gomphosphaeria lacustris	12 - Oscillatoria tenuis
5 - Merismopedia elegans	13 - Oscillatoria putrida
6 - Stigonema ocellatum	14 - Phormidium uncinatum
7 - Gloeotrichia natans	15 - Spirulina jenneri
8 - Aphanizomenon flos-aquae	16 - Lyngbya martensiana

Hình 188. Thực vật nổi (theo V. Sladecek). Tảo lam

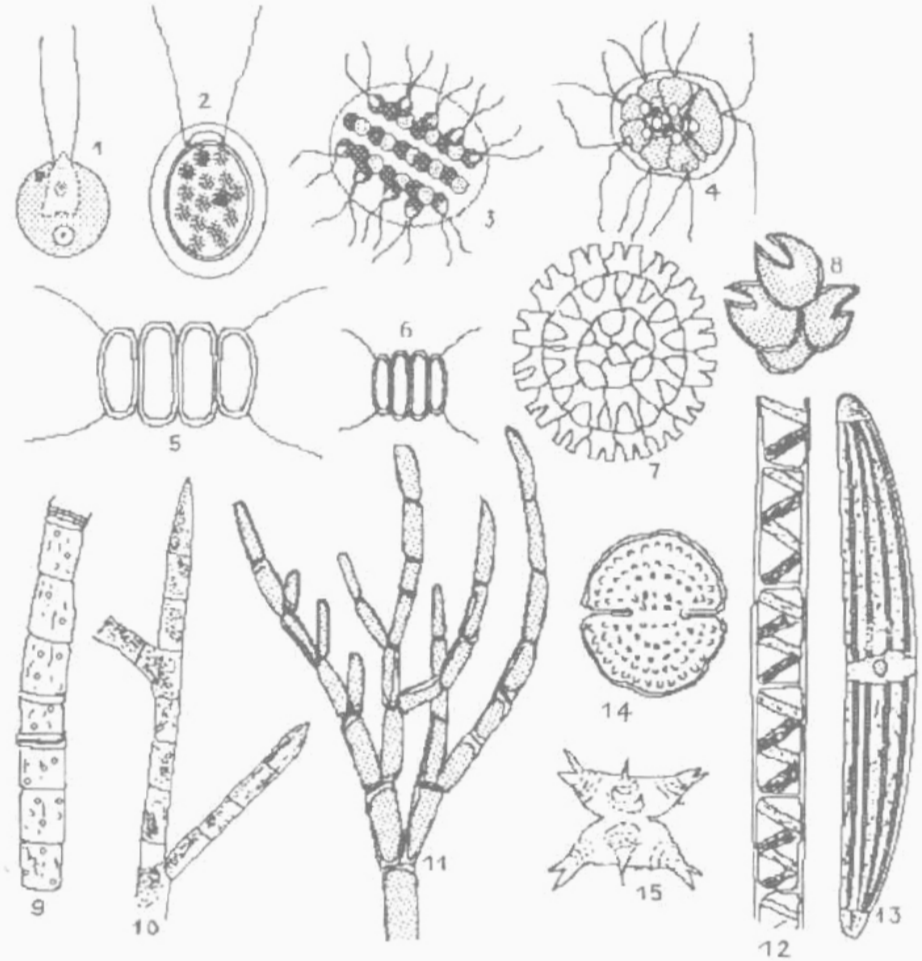
http://tieulun.hopto.org



1 - Cryptomonas sp	(Cryptophyceae)	11 - Cyclotella comta	"
2 - Peridiidium tabulatum	(Dinoflagellatae)	12 - Stephanodiscus hantzschii	"
3 - Euglena proxima	(Euglenophyceae)	13 - Diatoma vulgare	"
4 - Phacus acuminatus	"	14 - Synedra ulna	"
5 - Mallomonas elegans	(Chrysophyceae)	15 - Asterionella gracillima	"
6 - Dinobryon sertularia	"	16 - Cocconeis placentula	"
7 - Synura petersinii	"	17 - Navicula gastrum	"
8 - Vaucheria geminata	(Xanthophyceae)	18 - Gomphonema acuminatum	"
9 - Tribonema viride	"	19 - Nitzschia palea	"
10 - Melosira varians	(Bacillariophyceae)	20 - Surirella biseriata	"

Hình 189. Thực vật nổi (theo V. Sladecék)

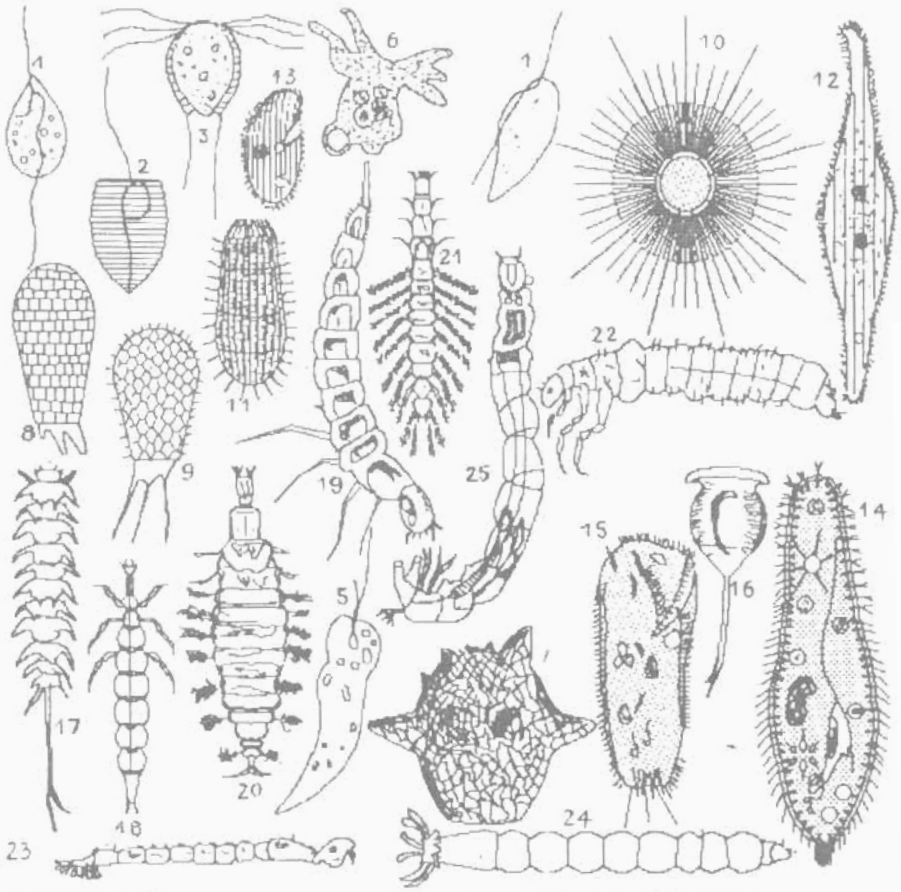
http://tieulun.hopto.org



1 - Chlamydomonas simplex (Chlorophyceae)	10 - Stigeoclonium sp. "
2 - Gloeomonas ovalis "	11 - Cladophora glomerata "
3 - Eudorina elegans "	12 - Spirogyra quinina "
4 - Pandorina morum "	13 - Closterium acerosum "
5 - Scenedesmus quadricauda "	14 - Cosmarium formosulum "
6 - Scenedesmus abundans "	15 - Staurastrum commutatum "
7 - Pediastrum biradiatum "	
8 - Kirchneriella lunaris "	
9 - Oedogonium capillare "	

Hình 190. Thực vật nổi (theo V. Sladecek)

http://tieulun.hopto.org



1 - Cercobodo longicauda	(Rhizopodes)	14 - Paramecium caudatum	(Ciliés)
2 - Bicosoeca mitra	"	15 - Stylonichia mytilus	"
3 - Hexamitus inflatus	"	16 - Vorticella campanulata	"
4 - Anisonema acinus	"	17 - Haliplus sp., larve	(Insectes)
5 - Distigma curvata	"	18 - Acilius sulcatus, larve	"
6 - Amoeba proteus	"	19 - Dytiscus sp., larve	"
7 - Difflugia corona	"	20 - Hydrophilus, larve	"
8 - Quadrulella symmetrica	"	21 - Gyrinus sp., larve	"
9 - Euglypha ciliata	"	22 - Stenophylax sp.	"
10 - Acanthocystis turfacea	(Héliozoaires)	23 - Chaoborus sp.	"
11 - Coleps hirtus	(Ciliés)	24 - Tipula sp.	"
12 - Lionotus fasciola	"	25 - Chironomus plumosus	"
13 - Colpidium campylum	"		

Hình 191. Động vật nổi (theo V. Sladecek)

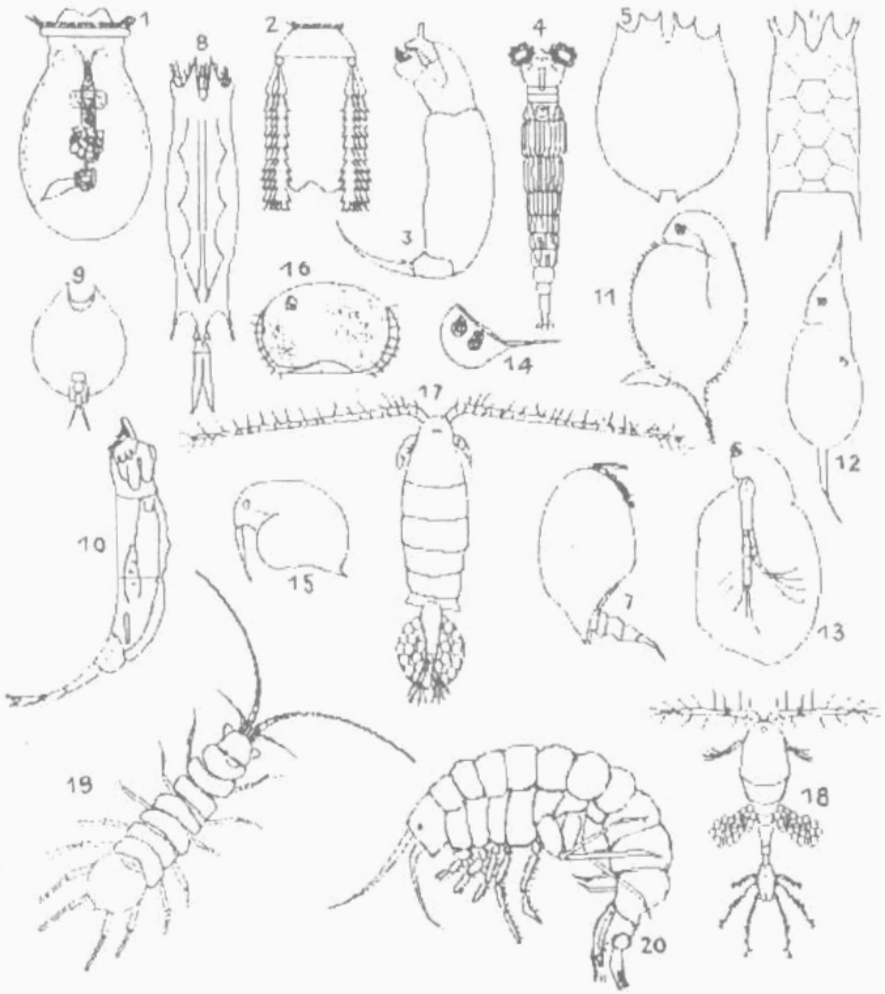
http://tieulun.hopto.org



1	Ephydatia fluviatilis	(Spongiaires)	19	Cercaire-larve de trématode	(Vers)
2	Spongilla lacustris	"	20	Rhabdolaimus aquaticus	"
3	Spongilla lacustris, spicules	"	21	Tubifex tubifex	"
4	Spongilla lacustris, gemmule	"	22	Chaetogaster limnaei	"
5	Ephydatia fluviatilis, amphidisques	"	23	Aclosoma tenebrarum	"
6	Hydra vulgaris	(Cnidaires)	24	Stylaria lacustris	"
7	Hydra sp.	"	25	Chaetogaster maximus	"
8	Hydra attenuata, nématocyste	"	26	Piscicola geometra	"
9	Pelmatohydra oligactis	"	27	Cristatella mucedo	"
10	Craspedacusta sowerbyi	"	28	Plumatella repens	"
11	Crenobia alpina	(Vers)	29	Paludicella articulata	"
12	Dugesia gonocephala	"	30	Plumatella sp. statoblaste	"
13	Planaria torve	"	31	Cristatella mucedo, statoblaste	"
14	Polycelis cornuta	"	32	Ancylus fluviatilis	(Mollusques)
15	Polycelis nigra	"	33	Limnaea stagnalis	"
16	Dugesia lugubris	"	34	Vivipara vivipara	"
17	Planaria polychroa	"	35	Planorbis corneus	"
18	Dendrocoelum lacteum		36	Eylais meridionalis	(Hydracariens)

Hình 192. Động vật nổi ((theo V. Sladecek)

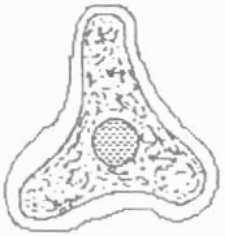
http://tieulun.hopto.org



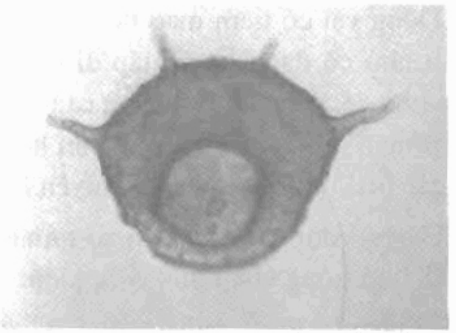
1 - Asplanchna priodonta	(Rotifères)	11 - Daphnia magna	(Crustacés)
2 - Polyarthra vulgaris	"	12 - Daphnia cucullata	"
3 - Trichocerca capucina	"	13 - Simocephalus vetulus	"
4 - Rotaria citrina	"	14 - Daphnia sp., ephippium	"
5 - Brachionus urceolaris	"	15 - Bosmina longirostris	"
6 - Keratella aculeata	"	16 - Cypria ophthalmica	"
7 - Colurella bicuspidata	"	17 - Diaptomus sp.	"
8 - Mytilina spinigera	"	18 - Cyclops sp.	"
9 - Lepadella patella	"	19 - Asellus aquaticus	"
10 - Encentrum velox	"	20 - Gammarus pulex	"

Hình 193. Động vật nổi (theo V. Sladecek)

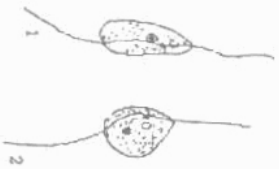
http://tieulun.hopto.org



Hình 194. Amoeba



Hình 195. Thécamibe



1. Bodo đột biến;
2. Bodo dạng cầu

Hình 196.



Hình 197. Aspidisca

Vi sinh vật rất náo động bởi sự thúc đẩy của một hoặc nhiều trùng roi nhỏ và rất dài, phần lớn là động vật hoại thực, một số loài có thể sống trong môi trường ít ôxy. Ngược lại, một số loài khác (Hexamitus) là loài đặc trưng của môi trường kỵ khí và tạo nên một chất chỉ thị quý giá về hàm lượng ôxy hoà tan. Nói chung, trùng roi phản ứng rất nhanh với hàm lượng ôxy và tạo ra một chỉ tiêu tốt. Đôi khi các trùng roi chỉ tạo ra một quần thể phát triển trong bùn thích hợp với một số ngành công nghiệp chứa phênon hay các chất hữu cơ tổng hợp. Loài đầu tiên phát triển trong bùn non.

- Aspidica (hình 197)

http://tieulun.hopto.org

Động vật có tiêm mao bộ Hypotri chida, họ của Aspidica. Động vật tiêm mao nhỏ có dạng thân giáp di chuyển tương đối nhanh trên mặt của bông cặn nhờ có lông gai ở trán và cặn hậu môn "gặm" các cục vón đặc. Động vật tiêm mao rất phổ biến trong bùn hoạt tính nhiều tuổi, cân bằng tốt, xử lý tất cả các loại nước. Nó là thể chuyên ăn khuẩn.

Euplot: động vật tiêm mao tương tự như Aspidica nhưng lớn gấp đôi và thích hợp trong cùng một điều kiện:

- Epistylis (hình 198)

Động vật tiêm mao bộ Peritrichida họ Epystikid. Nó có tác dụng tạo ra các chùm rễ nặng. Đặc tính của bùn hoạt tính đã già và tương đối dễ hấp thụ ôxy. Nó thường thay thế trùng chuông khi nước thải đô thị chứa một tỉ lệ đáng kể chất thải công nghiệp khác nhau (phênon,...). Nó là thể chuyên ăn khuẩn.

- Opercularia (hình 199)

Động vật tiêm mao bộ Preritirichida, họ Epystilid. Nó có tác dụng lên chùm rễ yếu trong nhiều cá thể khác nhau, là thể chuyên ăn khuẩn.



Hình 198. Epistylis



Hình 199. Opercularia Coarctata

- Trùng chuông (hình 200):

Động vật mao bộ Preitrichida, họ trùng chuông. Nó là loại thực thể ăn khuẩn độc tôn tác dụng lên cuống không phân nhánh. Hai loài thường gặp là: loài V. microstoma (miệng nhỏ) và tập hợp loài miệng lớn.

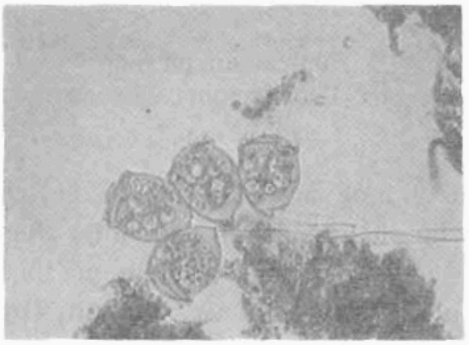
Dạng thứ nhất gắn với tải trọng lớn, loài thứ hai ở tải trọng trung bình. Động vật ăn mồi thường là đặc tính của bùn nhiều tuổi ở trạng thái hoàn hảo hấp thu tốt ôxy trong các nhà máy làm việc ở tải trọng trung bình và lớn.

http://tieulun.hopto.org

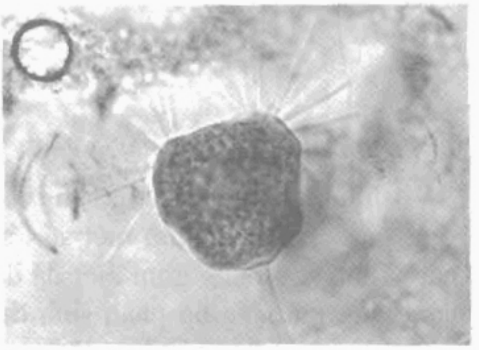
Thực tế chúng không có trong bùn ở tải trọng nhỏ vì động vật ăn mồi rất ưa thích ăn loại bùn này. Khuẩn lạc bơi (hay Telotroche) rất phong phú khi bông bùn giãn nở.

- Acineta (hình 201)

Động vật tiêm mao bộ Tentaculiferida họ Acinettid. Vi sinh cố định trên các bông cặn, thường ít hơn là trùng chuông. Động vật ăn mồi vi sinh tự do, vi khuẩn hay nguyên sinh chất. Một loài khác cùng nhóm : Podophyrya



Hình 200. Vorticella



Hình 201. Acineta

- Trachelo phyllum (hình 202)

Là động vật tiêm mao bơi và bò sát trên mặt các bông cặn. Loài này thường có trong bùn trên đường tạo thành bùn chuẩn trước khi xuất hiện các động vật tiêm mao ăn bùn ở các thiết bị làm việc trong điều kiện tải bình thường. Yêu cầu mức độ ôxy lớn hơn 1mg/l ôxy hoà tan.

- Para mecium (hình 203)

Động vật tiêm mao bộ Holotrichida họ Para mecid. Đó là loại động vật tiêm mao có miệng đặc biệt bao quanh một miệng một lớp đệm tiêm mao đặc biệt. Hai nhân được phân cách và có hai khoang nước đối diện.

Vi sinh này tự do bơi được là một dạng khá bền vững nó thích nghi ở lớp bùn hấp thụ oxy kém của nước thải đô thị hay nước thải công nghiệp thực phẩm.

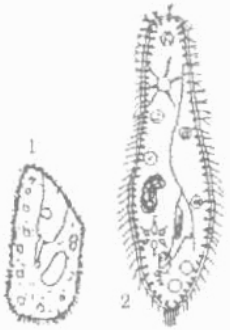
Các loài khác thường ít hơn có đặc tính sinh thái học gần nhau, ví dụ Colpidium:

- Trùng bánh xe (hình 204)

http://tieulun.hopto.org



Hình 202. Trachelophyllium



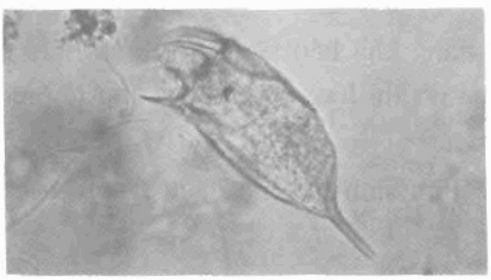
1. Paramecium putrium
2. Paramecium caudatum

Hình 203.

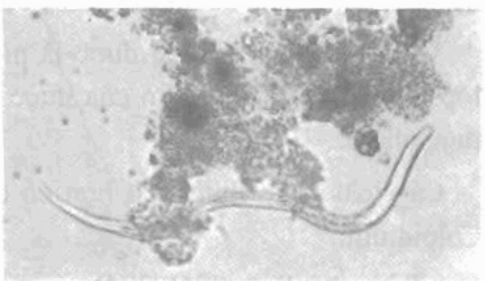
Vi sinh đa bào đặc trưng bằng một đầu có một vành tiêm mao và đo tính trong suốt cho phép nhìn một số lớn các bộ phận như hạch não và bộ phận khác. Thân hay bụng gồm một dạ dày rộng được cung cấp thức ăn qua thực quản cũng như các bộ phận sinh dục. Cuối bụng là đuôi và hậu môn. Tuỳ theo dạng của bộ phận nhai, chúng là các thể ăn vi khuẩn hay đơn bào. Nói chung loại đầu sống trên các bông bùn, trong khi đó loại thứ hai bơi tốt hơn, sinh trưởng giữa chất lỏng trong các khe hở, chúng tương đối nhạy cảm với chất độc và sự thay đổi tải, sinh trưởng trong bùn nhiều tuổi kết bông tốt và dễ hấp thụ ôxy. Do đó chúng đặc trưng cho việc làm thoáng kéo dài.

- Giun (hình 205)

Sinh vật đa bào dạng giun bao phủ một lớp bao bì và gồm một hệ tiêu hoá và cơ quan sinh dục rất khác nhau. Các sinh vật này đặc trưng cho bùn già hay đang trên đường khoáng hóa. Người ta thường thấy chúng trong bùn đang còn trong giai đoạn phân hoá bằng vi khuẩn ưa khí cũng như trong lớp mỏng cô đặc của lớp vi khuẩn. Chúng bền vững hơn là trùng bánh xe và thường là dấu hiệu của điều kiện giới hạn cuộc sống của vi khuẩn.

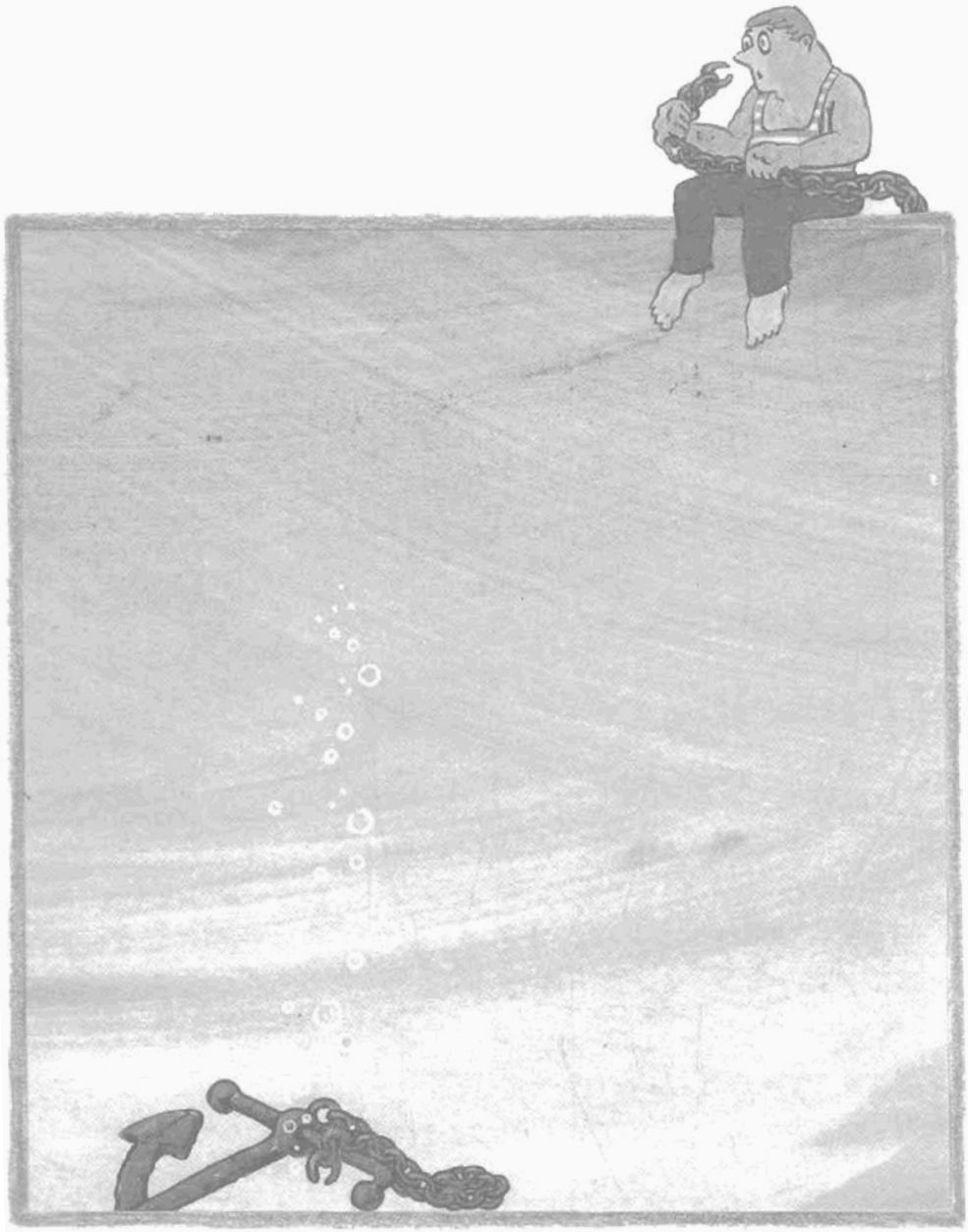


Hình 204. Trùng bánh xe



Hình 205. Giun tròn

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

7

TÁC ĐỘNG CỦA NƯỚC ĐỐI VỚI VẬT LIỆU

Khi vận chuyển và sử dụng nước cho các mục đích khác nhau, nước có thể làm hư hỏng vật liệu và thiết bị mà nó tiếp xúc. Thông thường nhất là ăn mòn vật liệu, đặc biệt là thép. Các hư hỏng khác có thể là hoà tan vật liệu có $CaCO_3$ hoặc làm giảm chất lượng bêtông.

1. CƠ CHẾ ĐIỆN HOÁ ĂN MÒN SẮT

Nước sạch luôn tác động với sắt, về mặt nhiệt động, cả hai chất không có một phạm vi ổn định chung, nhưng động học của quá trình (điện hoa) rất khác nhau tuỳ theo sự có mặt hay vắng mặt ôxy. Khi không có ôxy, sự ăn mòn gây ra do hydrô.

1.1. Quá trình điện - hoá

Tất cả các kim loại nhúng vào một dung dịch điện phân, có xu hướng hoà tan các ion của chúng, đó là sự giải phóng các điện tích dương, còn các điện tích âm được giữ lại trong kim loại. Nó tự tạo ra một điện cực mà thế năng được tính bằng giá trị tuyệt đối theo công thức Nemst. Điện thế này là chuẩn khi có một dung dịch chuẩn được ký hiệu là E_0^t. Từ đó suy ra công thức chung để xác định thế điện cực của một kim loại ở 25°C là:

$$E = E_0^0 + \frac{0,058}{n} \log c$$

Trong đó: n - Hoá trị của ion kim loại;

c - Độ hoạt tính của ion kim loại trong dung dịch.

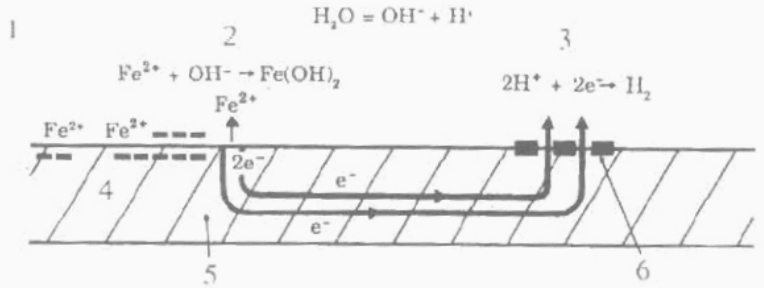
Bảng 38 của chương 3 cho thấy sự phân loại lý thuyết của các kim loại tuỳ theo điện thế của chúng. Các kim loại quý có thế dương, kim loại bình thường có thế âm. Điện thế thực đo được có thế khác, vì trong quá trình hoà

http://tieulun.hopto.org

tan kim loại có thể đi ngược với một quá trình khác diễn ra ở phần khác tốt hơn của cùng kim loại này. Chúng tạo ra một điện áp và một dòng điện chạy trong môi trường, duy trì phản ứng hoà tan điện cực kim loại hay ăn mòn. Khi không có hoặc có ôxy, quá trình tiến triển rất khác nhau.

1.2. Ăn mòn trong môi trường không có ôxy hay ăn mòn do hyđrô

Quá trình đối vận là một quá trình tạo điện cực khí hyđrô, ở đó hyđrô được tạo thành từ các ion H^+ có trong nước (hình 206).



Hình 206. *Ăn mòn trong môi trường không có không khí hay ăn mòn bởi hyđrô.*

1. Nước; 2. Phản ứng ở anốt; 3. Phản ứng ở catốt; 4. Thép; 5. Anốt; 6. Catốt.

Quá trình thu electron đảm bảo duy trì quá trình hoà tan kim loại, và sản sinh ra electron. Ăn mòn do hyđrô, gọi một cách không chính xác là ăn mòn hoá học, mà chủ yếu là điện hoá. Nó xác định hai cực, một cực dương và một cực âm, hoặc theo qui ước gọi là catốt và anốt, giữa hai điện cực, có một dòng điện chạy qua.

Khi có hoà tan kim loại hay ôxy hóa ở anốt, khi đó catốt được bảo vệ chống ăn mòn. Điện thế của catốt hay hyđrô có thể được thiết lập:

- Trên một kim loại quí hơn kim loại làm anốt;
- Trên một kim loại có cấu trúc tinh thể đặc biệt, các vùng cán nguội hoặc chỗ nối các bulông cũng trở thành anốt so với chính kim loại;
- Trên một vết có vật lạ chen vào (oxít, vết bẩn).

Sự ăn mòn tiếp diễn vô hạn khi có nguồn cung cấp dồi dào các ion H^+ ngay cả ở độ pH cao, hoặc môi trường chưa bão hòa ion F^{2+}. Sự ăn mòn tạo ra lắng cặn thành màng bảo vệ bằng kết tủa hyđrôxít sắt II và làm dừng ăn mòn. Nhưng dòng điện ly đi xuyên qua màng kết tủa và ăn mòn, về mặt lý thuyết, chỉ có thể dừng lại trong nước từ khi có nhiều ion sắt hòa tan.

E_{Fe} tăng, E_{H} giảm vì H_2 thoát ra. Hiện tượng ăn mòn dừng lại khi có cân bằng giữa hai điện thế:

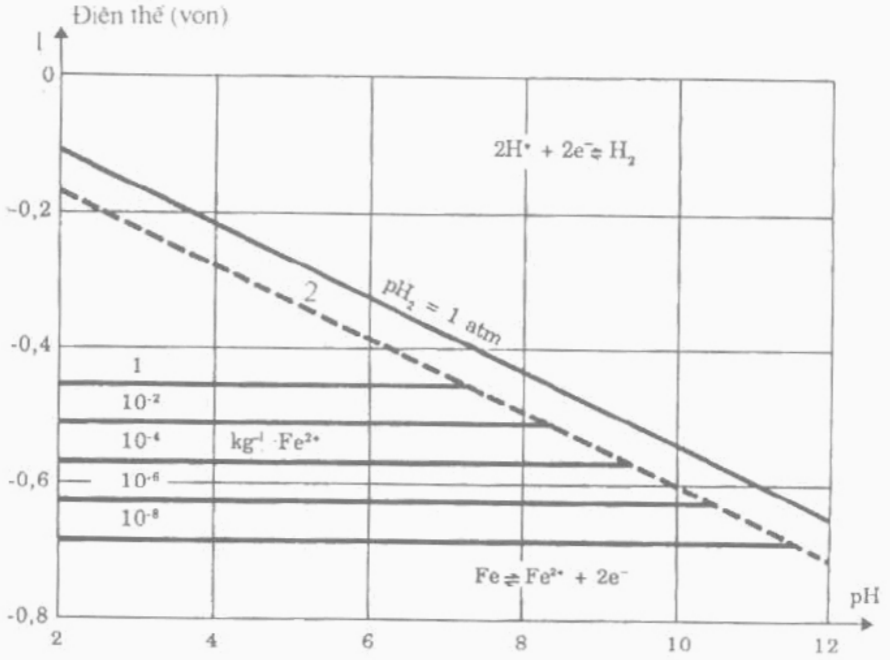
http://tieulun.hopto.org

$-0,44 + 0,029\log(Fe^{2+}) = -0,058pH$; nghĩa là: $\log(Fe^{2+}) = 15,1 - 2pH$.

Không có một điều kiện chung cho sự ổn định giữa sắt và nước ở dưới độ pH = 10,5. Ở độ pH = 10,5 độ hoà tan của sắt bằng 10^{-6} mol/kg, và sự ăn mòn là không đáng kể, mức độ ăn mòn càng tăng khi độ pH và nồng độ ion F^{2+} của nước càng thấp, khi không có oxy, quá trình này dẫn đến sự ăn mòn kim loại. Như vậy về mặt hình thái học, ăn mòn bởi hyđro thể hiện dưới dạng ăn mòn kim loại tương đối đồng đều. Đó là do cùng tồn tại vô số catốt và anốt thậm chí có thể thay đổi nhau. Thực tế loại ăn mòn này là ăn mòn "axít". Nó ít nguy hiểm ở môi trường trung hoà, vì nồng độ H^+ không đủ lớn để duy trì phản ứng ở catốt và nó có thể tạo ra một lớp màng bảo vệ.

Đồ thị Nernst (hình 207) cho ta tính toán thế cân bằng của mỗi điện cực phụ thuộc vào độ pH.

Trục nằm ngang biểu diễn thế các điện cực bằng sắt (không phụ thuộc vào pH) đối với các nồng độ khác nhau của ion Fe^{2+} trong nước. Nồng độ Fe^{2+} được giới hạn bằng độ hoà tan của ion này. Nó có xu hướng kết tủa dưới dạng hyđrôxit sắt II: $Fe(OH)_2$.



Hình 207. *Điện thế cân bằng sắt - nước khi không có oxy*

Trục tung: điện thế (Von); 2. Đường đứt quãng là đường bão hòa ion Fe^{2+}

http://tieulun.hopto.org

1.3. Ăn mòn do Ôxy

1.3.1. Cơ chế điện hoá

Ở nước có oxy hòa tan, quá trình bổ sung điện cực được đảm nhận bằng ôxy: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

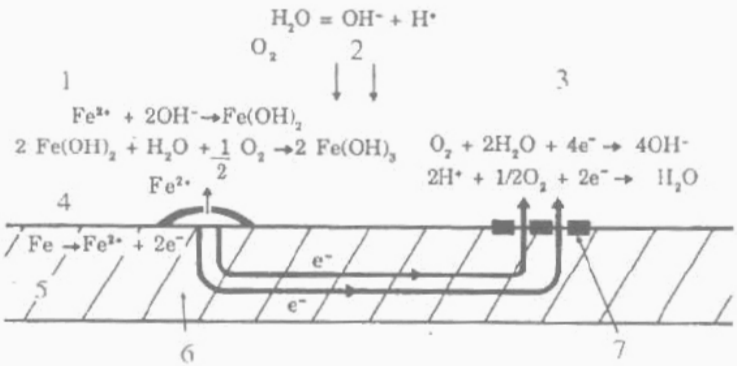
Điện cực này có thể hấp thụ các electron và được xem như một catốt (hình 208).

Thế cân bằng ở đây phụ thuộc vào:

- Nồng độ ion OH^-, nghĩa là độ pH;
- Áp suất riêng phần ôxy:

$$E' = E_0^0 - \frac{RT}{F}\ln(OH^-) + \frac{RT}{4F}\ln pO_2$$

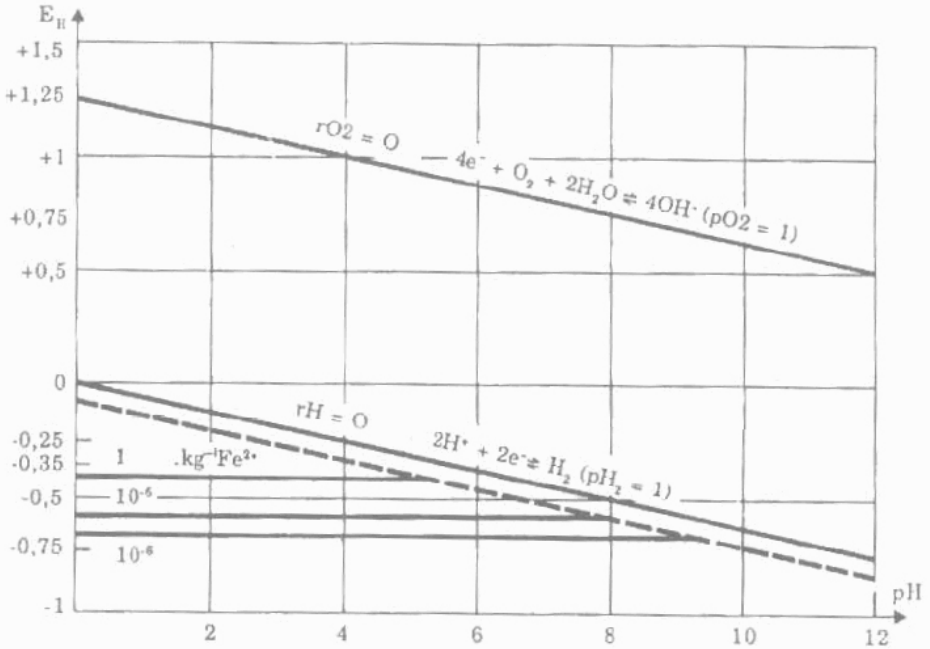
Khi điện thế này lớn hơn điện thế của cực kim loại, thì nó sẽ duy trì sự ăn mòn (hình 209). Điện thế này bản thân nó đã lớn hơn 1vôn so với điện thế điện cực hydrô. Ta thấy rõ rằng ăn mòn do oxy là thường xuyên và nghiêm trọng nhất. Nồng độ ôxy hoà tan càng cao, điện thế điện cực càng lớn. Ta nhận thấy hiệu ứng độc hại của cặn lắng của tất cả các chất, nó ngăn chặn sự khuếch tán ôxy vào mặt dưới, ở đó vì thiếu oxy nên phát triển thành một vùng anốt. Ở phía catốt ôxy, việc giải phóng các ion OH^- làm tăng độ pH của nước ít nhất là gần ngay bề mặt kim loại. Ngoài ra, các ion Fe^{2+} ôxy hoá thành Fe^{3+}, thế nhưng hydroxít sắt 3: $Fe(OH)_3$ rất ít tan. Như vậy, thay cho việc kéo theo nước và để lại bề mặt sạch như trường hợp ăn mòn trong môi trường không có oxy. Các sản phẩm ăn mòn được tích tụ quanh anốt. Chúng tạo nên các "mụn" quen biết, nó chống lại mạnh hơn sự khuếch tán của ôxy và giải thích đặc tính tạo lỗ ăn mòn do ôxy.



Hình 208. *Ăn mòn trong môi trường có oxy hòa tan.*

1. Phản ứng ở anốt; 2. Khuếch tán chậm; 3. Phản ứng ở catốt; 4. Nước; 5. Thép; 6. Anốt; 7. Catốt;

http://tieulun.hopto.org



Hình 209. Thế cân bằng của các điện cực hydrô và ôxy

1.3.2. Ăn mòn do pin điện khác nhau

Từ cơ chế trên suy ra rằng các vùng kim loại không tiếp xúc với ôxy hoà tan như các lỗ có bắt ren, các ống ngoằn ngoèo, các vết nứt, tạo ra các vùng anốt, còn các vùng có ôxy hoà tan, tạo ra các vùng catốt. Một điện áp cũng có thể thiết lập giữa các vùng mà ở đó gradiên nồng độ ôxy hoà tan tồn tại trong lớp mỏng chất lỏng. Từ đó Evan đã đưa ra khái niệm về sự tồn tại số lớn các phần tử pin nhỏ tạo nên do hiện tượng pin điện khác nhau và ta có thể mở rộng ở tất cả các chi tiết kim loại có tính không đồng nhất do bản chất, cấu trúc, trạng thái bền của chúng hay sự chênh lệch nhiệt độ. Quá trình ăn mòn do pin điện khác nhau phụ thuộc chủ yếu vào độ hoà tan của ôxy và nhất là tốc độ khuếch tán, tốc độ khuếch tán chậm có lợi cho sự ăn mòn.

Tốc độ khuếch tán ôxy phụ thuộc vào nhiệt độ, tốc độ lưu thông của nước và trạng thái bề mặt. Nó có tầm quan trọng rất lớn đến quá trình tự bảo vệ.

1.4. Kiểm tra và đo độ ăn mòn

Ta có thể chia thiết bị đo thành 3 loại:

- *Đo dòng điện ăn mòn*: Đồng hồ đo độ ăn mòn.

http://tieulun.hopto.org

Ăn mòn kế là dụng cụ cho phép đặt một điện áp nhỏ giữa hai điện cực kim loại nhúng chìm trong nước (phân cực tuyến tính) để đo cường độ dòng điện tổng và đánh giá tốc độ ăn mòn.

Việc lấy mẫu rất nghiêm ngặt và tinh tế. Đặc biệt, người ta phải đồng nhất hoá với ý nghĩa tương đối: một sự tăng dòng điện ăn mòn chỉ ra rằng có một nhiễu can thiệp vào. Thiết bị này có dùng để kiểm tra trong quá trình làm sạch.

• *Đo bằng phiếu thử:*

Người ta nhúng vào nước của hệ thống kiểm tra các mẫu thử kim loại mà ta có thể rút lên theo định kỳ và cân chúng. Trọng lượng kim loại mất đi so với đơn vị diện tích, biểu diễn trực tiếp chiều sâu ăn mòn trung bình. Bảng 50 cho sự tương quan giữa các đơn vị thường dùng nhất.

• *Kiểm tra vật liệu của mạng ống dẫn*

Ta có thể:

- Đặt các ống nhỏ đôi chứng có thể tháo ra được và kiểm tra định kỳ;

- Lấy từ tiết diện của ống trên mạng phân khối hay trong một thiết bị thay thế và tiến hành kiểm tra trong phòng thí nghiệm, nhưng số lượng và cách lựa chọn thường bị hạn chế;

Bảng 50. Đánh giá tốc độ ăn mòn sắt

(Bảng tương đương giữa các đơn vị khác nhau)

Tốc độ ăn mòn	µm/ năm	mdd	mpy	Chất lượng bảo vệ			
µm/năm	1	0,2	0,04	Đặc biệt	≤ 50	≤ 10	≤ 2
Mdd	5	1	0,2	Tốt	50 -125	10-25	2 - 5
Mpy	25	5	1	Trung bình	125-250	25-50	5 - 10
				Bình thường	≥250	≥ 50	≥ 10

mdd: mg/dm^2.ngày;

mpu: mpu = 1/1.000 in/năm.

2. TẠO LỚP BẢO VỆ VÀ THU ĐỘNG HOÁ

Ăn mòn có thể được hạn chế do việc tạo ra các lớp bảo vệ tự phát hay kích thích. Các lớp này được gọi là tự phát khi màng được hình thành do tác động của các thành phần của nước và nhiệt độ. Ngược lại, tác động của tác

http://tieulun.hopto.org

nhân ngoài (các chất cưỡng chế hay điện áp) gây ra một lớp bảo vệ nhân tạo do quá trình cưỡng bức hoặc thụ động hoá có điều khiển trong những điều kiện nhất định.

2.1. Tự hình thành các lớp bảo vệ

Đây là quá trình hạn chế, lợi dụng sự tồn tại của các ion OH^- ở độ pH trung hoà hay kiềm tính. Khi không có ôxy, độ hoà tan của ion Fe^{2+} và độ pH ở cạnh vành bao của lớp màng có thể khác xa so với ở giữa khối nước, đặc biệt ở nước tù hay ít bị khuấy động.

Các ion OH^- tự kết hợp với các ion Fe^{2+} tạo thành hydroxít sắt II $Fe(OH)_2$ kết tủa thành lớp khá đồng nhất ở vùng catốt hay anốt, nhưng lớp này dễ bị vỡ vụn và có thể chịu sự biến đổi lơn làm hạn chế đặc tính bảo vệ của lớp đã tạo thành.

2.1.1. Màng mỏng tillman

Nếu có sự khuếch tán ôxy mạnh lên vùng catốt , thì hydrôxít sắt II không bảo vệ bị ôxy hoá thành hydrôxít sắt III, nó đồng kết tinh với $CaCO_3$, nếu nước có đủ bicacbonat canxi. Quá trình này diễn ra trong phạm vi pH từ 7 đến 8,5 và bao đảm tạo thành một lớp bảo vệ hỗn hợp tự nhiên gọi là lớp tillman. Chính nó đảm nhận sự bảo vệ một số lớn mạng phân phối nước. Thực tế lớp bảo vệ tự hình thành ở 3 điều kiện sau:

- Có ôxy hoà tan với liều lượng ít nhất bằng từ 4 đến 5mg/l;

- Hàm lượng CO_2 tự do tương đương với cân bằng canxi-cacbonic;

- Độ kiềm bicacbonát canxi của nước tự nhiên đủ để vượt quá sản phẩm hoà tan cacbonát canxi ở catốt (khoảng từ 7 đến 11°F);

Về mặt thực tế, ta có thể dự kiến xác suất thực hiện bảo vệ này bằng cách tính chỉ số ổn định RYZNAR.

Chỉ số này (rất hay dùng trong việc điều hoà hệ thống làm lạnh) được hình thành từ thực nghiệm ở nước chứa bicacbonát canxi có sục khí. Nó cho phép xác định theo kinh nghiệm xu hướng ăn mòn hay đóng cáu của nước được sục khí, theo định nghĩa sau:

$$I_r = 2pH_s - pH$$

Trong đó: pH_s = pH lý thuyết bão hoà được tính theo đồ thị Langelier,

pH được đo ở 25°C.

http://tieulun.hopto.org

Bảng dưới đây áp dụng cho nhiệt độ từ 0°Cđến 60°C và các giá trị tương đương giữa các giá trị khác nhau của chỉ số, luôn có giá trị đương và phẩm chất của nước.

Chỉ số RYZNAR	Xu hướng	Chỉ số RYZNAR	Xu hướng
4 - 5	Đóng cấu lớn	7 - 7,5	Ăn mòn nhẹ
5 - 6	Đóng cấu nhỏ	7,5 - 8	Ăn mòn mạnh
6 - 7	Cân bằng		

2.1.2. Lớp màng mỏng manhêtit (sắt từ)

Ở nhiệt độ lớn hơn 100°C thuận lợi cho việc biến đổi hydroxít sắt II thành manhêtit Fe_3O_4, đó là sản phẩm ôxy hoá trung gian:

$$3Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_3O_4 + H_2 + 2H_2O$$

Phản ứng này bắt đầu từ 100°C và hoàn thành ở 200°C, manhêtit tạo nên một lớp rất bền vững, không có khả năng hoà tan lại ở pH trung tính hay ngay cả axít yếu.

Trong trường hợp nước rất sạch và không có ôxy thì:

- Ở dưới 200-250°C, cần phải duy trì độ pH càng cao, khi nhiệt độ càng thấp (nồi hơi BP);

- Ở trên 200-250°C, chỉ cần duy trì pH đo ở 25°C nằm trên giới hạn trung hoà.

2.2. Nguyên tắc bảo vệ chống ăn mòn

Ngoài hai trường hợp trên, thực tế thép bị tác dụng trong tất cả các loại nước và bị ăn mòn ở các mức độ khác nhau. Đồ thị Pourbaixơ chỉ ra các vùng khác nhau: ăn mòn, thụ động hoá và loại trừ ăn mòn (hình 210). Vùng thụ động tương ứng với trạng thái của kim loại được bao phủ một lớp màng mỏng bảo vệ và không bị ăn mòn, nếu không có một phản ứng phụ phá hoại. lớp mỏng này có bề dày 20-100A° đối với thép cán và 10-25A° cho thép crôm. Bảo vệ an mòn có thể thiết lập bằng nhiều cách:

- Thụ động hoá chống rỉ bề mặt bằng cách duy trì một môi trường oxy hóa thích hợp và có đủ độ kiềm. Đó là miền thụ động tự nhiên;

- Đưa thêm vào nước chất ức chế;

http://tieulun.hopto.org

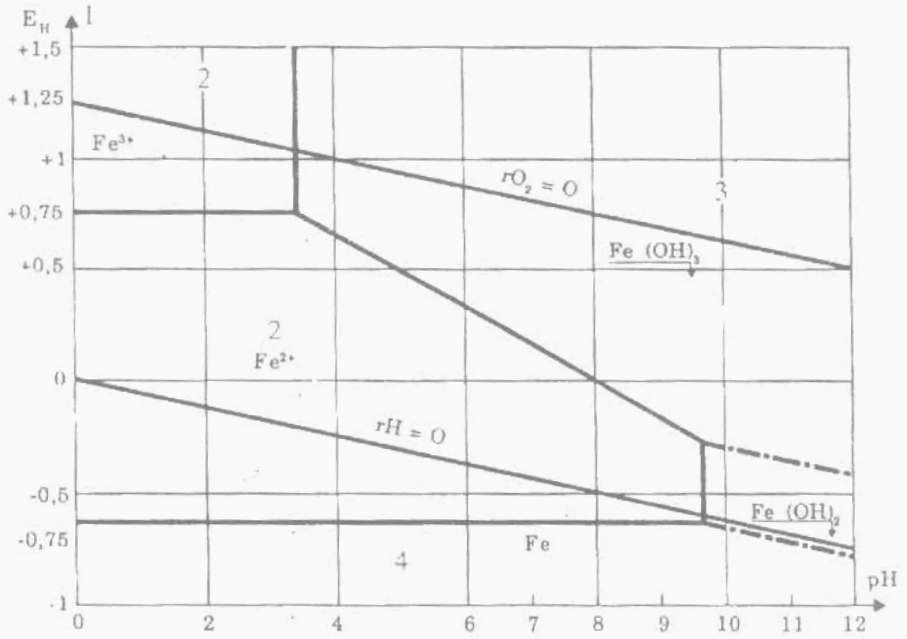
- Tăng độ pH, nghĩa là trung hoà và kiềm hoá nâng độ pH lên lớn hơn 10,5 (trường hợp nước trong nồi hơi);

- Hạ thấp thế điện cực gần - 0,58V, chính là bảo vệ catốt được dùng trong bảo vệ các ống dẫn đặt dưới đất hoặc thiết bị dùng nước biển;

- Bằng cách ly vật lý (bao phủ).

2.3. Chất ức chế ăn mòn

Các hoá chất cho thêm vào nước để loại bỏ tác dụng ăn mòn đối với kim loại còn gọi là các chất thụ động hoá. Chất ức chế ăn mòn không tác dụng lên các thành phần hoá học của nước, nhưng tạo ra trên mặt kim loại một lớp mỏng bảo vệ loại bỏ sự tiếp xúc kim loại-nước, tránh ăn mòn. Lớp bảo vệ không phải là không tan vĩnh viễn. Sau khi tạo thành, cần phải có một liều lượng dự trữ, nếu ta muốn tránh tái hoà tan. Việc phân loại chất ức chế được sắp xếp theo phương thức tác dụng của chúng, mặc dù cùng một sản phẩm có thể dùng theo nhiều quy trình.



Hình 210. Biểu đồ POURBAIX

1. Điện thế (von); 2. Vùng ăn mòn; 3. Vùng thụ động;
4. Vùng miễn trừ (không bị ăn mòn.

http://tieulun.hopto.org

2.3.1. Chất ức chế anốt

Chúng tạo nên một lớp mỏng bảo vệ bề mặt anốt, bằng cách ngăn chặn không cho xảy ra phản ứng điện hoá: $Fe \rightarrow Fe^{++} + 2e^{-}$.

Ví dụ cromat, nitrit, phôtphat, molybdat, silicat, borat, benzoat, tanat và hydrazin, cũng đảm nhận một phần tác dụng này. Bảo vệ anốt chỉ khi nó được dùng với một liều lượng lớn chất ức chế cỡ vài g/l, vì dưới liều lượng này sẽ có nguy cơ tạo ăn mòn xuyên thủng.

2.3.2. Chất ức chế catốt

Chúng tạo nên một lớp mỏng trên bề mặt catốt kiềm bằng cách tạo ra một hợp chất không tan trong các vùng có pH cao, ngăn cản các phản ứng điện hoá liên quan tới sự có mặt của ôxy

Ví dụ: muối kim loại đặc biệt là kẽm, photphat, các chất ức chế hữu cơ nói chung, chúng được dùng kết hợp với các chất ức chế khác.

2.3.3. Chất ức chế hỗn hợp: anốt và catốt

Với việc chống ăn mòn đồng thời anốt và catốt, hiệu ứng "đồng vận" của các ion kết hợp trong các công thức dẫn tới bảo vệ chống ăn mòn là tổng của các tác dụng thành phần.

Điều đó cho phép giảm rất lớn liều lượng sản phẩm (vài chục mg/l trong nước có sục khí).

Ví dụ: cromat-kẽm, polyphôtphát-kẽm, phôtphonát-kẽm, polyphốt phát-silicát

2.3.4. Chất ức chế hữu cơ

Tác dụng của các hợp chất này tạo ra các nhóm phân cực, tạo thành một ngưỡng chắn kim loại-nước bằng cách tạo ra một lớp màng mỏng đơn phân tử. Các hợp chất có một ái lực lớn đối với bề mặt chất rắn, mà ở đó chúng bị hấp phụ. Người ta chia thành:

- Các mạng amin, amin béo gồm từ 4 đến 18 nguyên tử cacbon, trong đó một cực của phân tử ưa nước, còn cực kia kị nước. Bằng cách tự sắp xếp song song và vuông góc với thành ống, các nguyên tử tạo nên một lớp mỏng liên tục và không thấm. Liều lượng sử dụng giữa 2 và 20g/m^3. Việc sử dụng và kiểm tra bằng giải tích rất khó khăn. Để bảo vệ mạng hồi lưu của bình ngưng, các màng amin phải được bảo đảm khi có số lượng lớn khí CO_2 giải phóng ra, nghĩa là: việc dùng amin trung tính bị cấm.

http://tieulun.hopto.org

Do cấu tạo của mạng phân phối nước, rất khó để tạo thành một màng mỏng liên tục. Ta có thể tránh phương pháp này, vì tất cả các dòng ăn mòn tự tập trung trên mặt anốt, chúng gây nên một loại ăn mòn xuyên thủng.

- Các chất dẫn xuất azol tác dụng do hấp thụ hoá học với sự dịch chuyển điện tích giữa phân tử hữu cơ và các nguyên tử kim loại cần bảo vệ. Các chất dẫn xuất azol được dùng đặc biệt để bảo vệ kim loại đồng như metobenzothiazol, benzotriazol và tolytriazol (ổn định hơn khi clo hoá nước).

2.3.5. Bảo vệ các kim loại màu: đồng, nhôm

Ức chế đồng rất quan trọng để hạn chế ăn mòn hợp kim đồng và tổn hao mạ gây ra do các phần tử đồng kết hợp với các kim loại (đặc biệt thép và nhôm). Các chất ức chế đặc biệt hay dùng, nhất là các dẫn xuất azol đã nêu ở trên.

Nhôm đặc biệt nhạy cảm với ăn mòn điện phân. Các chất ức chế ăn mòn điện phân thường dùng nhất là silicát, photphát các chất hữu cơ azol, molypđát hay nitrat kết hợp với các chất ức chế khác.

2.3.6. Chất ức chế đối với mạng phức tạp - Giải pháp công nghiệp

Tác dụng của các chất ức chế ăn mòn thường để ổn định, tăng thêm hoặc mở rộng ra bằng cách sử dụng các hoá chất khác có dạng muối trung gian, chất xúc tác, chất phân tán, các chất dẫn xuất azol. Đó là dạng đa hoá trị như các chất ức chế ăn mòn thường có. Hãng Degremont đã sử dụng các chất ức chế đặc biệt: COMPLEXES và KEMAZUR cho phép giải quyết các vấn đề thường gặp trong hệ thống nồi hơi và làm lạnh (chương 25, mục 1.2 và 7.2.2).

Ngoài ra việc bảo vệ không dựa trên việc sử dụng một mình các chất ức chế ăn mòn. Rất nhiều tham số có thể ảnh hưởng mạnh đến hiệu quả của phương pháp, đặc biệt việc gia công bề mặt, giai đoạn khởi động và tiếp theo là độ pH, ô nhiễm (MES, MO, hydrôcácbua...).

Các chuyên gia về xử lý hợp cách cần phải biết tổng hợp các yếu tố khác nhau nói trên.

2.4. Bảo vệ catốt

Việc bảo vệ là đưa cấu trúc kim loại thành catốt hoàn toàn không thể ăn mòn được nữa, nếu một điện thế âm được duy trì đầy đủ, sao cho bề mặt cần bảo vệ được phân cực hoàn toàn và duy trì nó trong vùng thụ động. Ứng dụng của nó để:

- Khi có các chất điện phân khác nhau (pin nồng độ ở nước mặn, hoặc trong đất axít mùn);
- Hoặc khí có nhiều kim loại tiếp xúc với cùng một chất điện phân.

Tiêu chuẩn được dùng để đo mức bảo vệ catốt tương ứng với giá trị điện thế (đo ở các điện cực đồng $CuSO_4$) giữa -0,85 và -1,0V

http://tieulun.hopto.org

Mật độ dòng điện phụ thuộc vào bề mặt cần bảo vệ:

- 60mA/m^2 cho một lưới trần nhúng chìm trong nước biển;
- 5mA/m^2 cho lưới có bọc êpôxy;
- 0,1mA/m^2 cho ống dẫn có nhựa hắc ín êpikot và đặt trong đất ẩm ít dẫn điện.

Thực hiện bảo vệ catốt có thể theo hai phương pháp:

- Sử dụng anốt phản ứng hay điện cực hoà tan bằng manhêsi, kẽm hoặc nhôm, kim loại chứa nhiều điện tích âm hơn thép. Có tạo ra một dòng điện galvanic nội bộ;
- Sử dụng anốt hoà tan cần phải xem xét đến hình dáng và cấu trúc đơn giản để chôn chìm xuống. Khi cấu tạo cơ khí khó khăn, có thể áp dụng các phương pháp khác (bể lắng có thiết bị cào).
- Sử dụng một máy phát để tạo ra một dòng điện ngoài. Các cọc tiếp đất hoạt động như một anốt hay "lỗ tràn" được làm bằng các vật liệu chống ăn mòn như ferosilic hoặc titan chứa platin (với mật độ dòng điện bằng từ 0,1A/dm^2 và 10A/dm^2 bề mặt điện cực).

Điện áp sử dụng từ 5-10V cho nước ngọt và 1,5-2V cho nước biển.

Anốt phản ứng

Anốt	Thế điện cực (V)	Khối lượng tiêu thụ	Lĩnh vực áp dụng
Mg	1,7	10kg Mg/A.năm	Nước lợ
Al	0,8	4kg Al/A.năm	Nước biển
Zn	1,0	10kg Zn/A.năm	Nước biển

3. CÁC THAM SỐ PHỤ ĂN MÒN

Cân bằng cacbonic và hàm lượng ôxy là hai yếu tố chính xác định các điều kiện ăn mòn. Các yếu tố khác giữ vai trò kích thích trong quá trình ăn mòn, vì chúng ảnh hưởng đến hình dạng và tốc độ ăn mòn. Đó là các muối hoà tan (clorua), nhiệt độ, trạng thái sạch vật lý của nước và các vi sinh

3.1. Ảnh hưởng của độ khoáng

Tốc độ ăn mòn trong nước đã khử hết khoáng chất khi có ôxy hoà tan rất nhỏ, nhưng khi hoà tan chút ít muối xảy ra ăn mòn theo nhiều cách:

• *Việc khoáng hoá nước* làm tăng độ dẫn và giảm điện trở của dòng điện ăn mòn. Lượng vết clo hay sunfát nhỏ hơn 1mg/*l* cũng kích thích ăn mòn.

http://tieulun.hopto.org

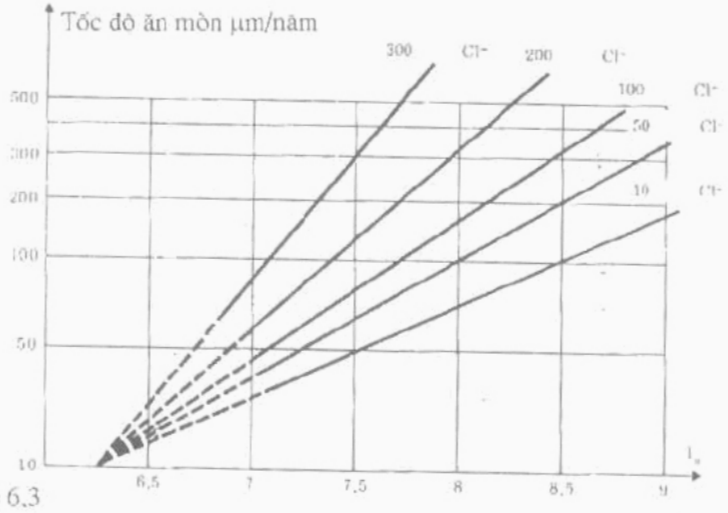
Các ion Cl^-, F^-, Br^-, SO_4^{2-}, NO_3^- là các chất kích thích ăn mòn. Do sự có mặt của các anion làm cho sự quá điện áp giảm xuống và sự tan sắt đòi hỏi ít năng lượng. Sự hấp thụ của các anion trên bề mặt anốt làm dễ dàng cho sự di chuyển của sắt tới mặt phân cách. Nó sẽ mạnh với các halogenua hơn là với các ion của các nguyên tử có khối lượng và hoá trị lớn.

Ngược lại, các ion OH^-, CrO_4^{2-} và SiO_3^{2-} có xu hướng làm thuận tiện cho việc hình thành lớp bảo vệ.

• *Ảnh hưởng của clorua* (rất quen biết với các thép không gỉ) thực tế rất lớn đối với thép cán. Nồng độ cao của ion rất linh động Cl^- và ion H^+ ở vùng anôt làm cản trở kết tủa cục bộ của hydrôxyt sắt, do tạo ra HCl.

Tăng nồng độ Cl^- của nước làm tăng khả năng tạo ra một lượng vô cùng lớn các vi anôt và sự ăn mòn chọc thủng. Đó cũng là sự giải thích hình thành các đường châm kim ở nối hơi dưới các ống và sau điểm đặc biệt. Tham số quan trọng "ăn mòn do clorua" là hàm lượng ôxy. Khi hoàn toàn không có ôxy, nước chứa Clo ít ăn mòn, nếu không có CO_2 xâm thực, đó là trường hợp dùng nước biển. Khi có ôxy, ngay cả khi có liều lượng nhỏ, quá trình tạo ra các pin điện khác nhau làm tăng nhanh chóng sự ăn mòn với hàm lượng clorua tăng, ngay cả ở nước cân bằng cacbonic.

Biểu đồ thực nghiệm nêu quan hệ tốc độ ăn mòn với nồng độ clorua và chỉ số RYZNAR cho nước có oxy hòa tan (hình 211) ở nhiệt độ khoảng 20°C.



Hình 211. *Tốc độ ăn mòn thép cán phụ thuộc vào nồng độ clorua và chỉ số* I_R (RYZNAR)

Phân tích nước: - TAC 15°F ở nhiệt độ 25°C;
- SO_4^{2-} tính bằng nồng độ tương đương của Cl^-;
- Na^+ tính bằng nồng độ tương đương của Ca^{++}, Mg^{++}.

http://tieulun.hopto.org

• *Ảnh hưởng của sunfát thể hiện dưới ba cách*:

- Trực tiếp bằng cách làm tăng điện dẫn;

- Gián tiếp, bằng cách tham gia vào chu trình các vi khuẩn làm giảm sunfat và phát triển vi khuẩn ăn mòn;

- Trong quá trình làm giảm chất lượng bê tông.

• *Ảnh hưởng của ion* Cu^{2+} ở hàm lượng nhỏ hơn mg/l có thể gây nên sự tăng tốc độ ăn mòn đáng kể do kết tủa điện của đồng.

3.2. Ảnh hưởng nhiệt độ đối với nước chứa ôxy

• *Dưới 60°C:* Đun nóng nước chứa trong bình kín làm mất ổn định của nước, gây ra đóng cáu cặn, tiếp theo là xác lập cân bằng cacbonát, nhưng đồng thời làm tăng sự ăn mòn thép. Cặn $CaCO_3$ đôi khi cũng đảm nhận chức năng bảo vệ. Khi nước đun nóng đã được cân bằng và ổn định với $CaCO_3$, làm lạnh trở lại ở nhiệt độ ban đầu. Nước trở thành nước xâm thực và không còn ở trạng thái cân bằng nữa. Nước có tính ăn mòn, không còn lắng đọng làm tăng sự ăn mòn.

Trong mạng phân phối nước công nghiệp không khép kín, có hai quá trình:

- Hiệu ứng hoá học: Các quá trình như trong bình kín, nhưng cân bằng có thể dịch chuyển do có thoát khí CO_2 theo xu hướng làm tăng đóng cặn;

- Hiệu ứng điện hoá: khả năng cùng tồn tại vùng nóng (ở đây pH thấp) và vùng lạnh (có pH lớn) xác định nồng độ cục bộ ion, H^+ thay đổi theo chiều ngược lại và tạo ra sự không đồng nhất trên mặt điện cực anốt nóng và catốt lạnh.

Sự chênh lệch nhiệt độ ở khoảng 20°C tạo ra một điện áp cỡ 55mV. Ở các điểm phía trên, hình thành túi chứa đioxyt cacbon và một lớp mỏng nước ngưng tụ ít mặn hơn kích thích việc tạo thành vùng anốt.

• *Trên 60°*: Phần lớn khí oxy được giải phóng làm hình thành các cặp pin khác nhau, làm tăng số cặp anôt-catốt và điện áp tăng lên đáng kể, làm cho sự ăn mòn tăng rất mạnh. Bảo vệ mạng dẫn nước nóng trong các nhà ở gặp nhiều khó khăn hơn là mạng dẫn công nghiệp vì ở mạng công nghiệp chênh lệch nhiệt độ nhỏ hơn 4 đến 6 lần và nhiệt độ trung bình nhỏ hơn 45°C.

3.3. Ảnh hưởng của vi sinh

Ăn mòn sinh học là loại ăn mòn thứ hai kết hợp sự hoạt động của nhiều loài vi khuẩn. Chúng thường đặc trưng bằng việc tạo thành các khối có dạng mấu gây nên sự tắc nghẽn, đôi khi có khả năng châm thủng lớp nằm dưới lớp

http://tieulun.hopto.org

lot. Các khối này được tạo thành do sự tích tụ của vi khuẩn sắt dạng sợi bao bọc ôxit sắt II có một phần không chứa hydrat và chứa cacbonat canxi. Đống bướu quặng thường là rỗng ở bên trong, nó chứa ở giữa một khối chất lỏng (đôi khi rất đen) ôxy hoá rất nhanh khi phơi ra không khí.

Cho thêm axít mạnh có thể phát hiện dễ dàng sự có mặt của sunfua sắt (sự bốc mùi H_2S) và chứng minh sự tồn tại của vi khuẩn khử sunfat.

• *Vi khuẩn sắt*

Từ loại Leptothrit, Crenothrix và Gallonlle, chúng sống trong môi trường hiếu khí và lấy năng lượng tổng hợp từ việc tiêu thụ ion sắt II và ôxy hoá thành ion sắt III. Chúng tăng tốc độ oxy hóa bằng enzim nội tại. Bằng cách này chúng làm tăng nồng độ oxy và khử cực anốt.

• *Vi khuẩn ôxy hoá tạo thành hydrô*

Chúng có dạng hydrôgenmonas tự dưỡng, lấy năng lượng tổng hợp từ quá trình ôxy hoá catôt hydrô.

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

Như vậy chúng có tác dụng khử cực catốt, làm tăng quá trình ăn mòn.

• *Vi khuẩn khử sunfat*

Các vi khuẩn kỵ khí tuỳ ý có thể có mặt trong hệ thống làm lạnh. Chúng cũng là vi khuẩn tự dưỡng và có lợi cho việc tạo thành sunfua hydrô bằng cách khử sunfat với hydrô lấy ra từ các bản cực catốt. Các sunfua được giải phóng do khử sunfat làm kết tủa các ion sắt II dưới dạng sunfua sắt đen. Thực tế có rất nhiều phản ứng xảy ra:

- Khử cực catôt do các vi khuẩn:

$$SO_4^{2-} + M^{2+} + 8H^+ \rightarrow S^{2-} - M^{2+} + 4\ H_2O$$

Trong đó, M^{2+} là một kim loại kiềm hay kiềm thổ cân bằng với ion sunfat.

- Tạo ra các chất ăn mòn khác nhau, đặc biệt là:

$$S^{2-} + Fe^{2+} \rightarrow FeS$$

$$3Fe^{2+} + 6OH^- \rightarrow 3Fe(OH)_2$$

Từ đó ta có phản ứng tổng quát.

$$4Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 2H^+ + 2H_2O \rightarrow 3Fe(OH)_2 + FeS$$

Điều quan trọng cần chú ý rằng: Ở nước chứa ít MO, ăn mòn sinh học luôn luôn xảy ra sau ăn mòn điện hoá, nó chỉ tăng tốc độ ăn mòn do tiêu thụ ion hydrô.

http://tieulun.hopto.org

• *Các điều kiện thuận lợi cho ăn mòn sinh học*

- Môi trường kỵ khí;

- pH từ 5,5 đến 8,5;

- Có mặt các chất vô cơ (SO_4^{2-}, PO_4^{2-} , Fe^{2+}) và hữu cơ;

- Nhiệt độ tối ưu để phát triển từ 30 - 40°C.

Tiêu thụ ôxy ở bề mặt các mấu làm giảm sự khuếch tán của khí này vào phía trong các mấu, ở đó sẽ chuyển sang trạng thái kỵ khí. Điều đó có lợi cho sự phát triển các vi khuẩn khử. Sự hình thành sunfua không những làm kết tủa sunfat sắt, mà còn làm giảm hyđrôxit sắt.

$$2Fe(OH)_3 + 3H_2S \rightarrow 2FeS + S + 6H_2O$$

Có sự co thể tích bên trong của các mấu do sự biến đổi của hyđrôxit sắt III bọc ngoài thành sunfua sắt đặc hơn.

• *Vi khuẩn ôxy hoá (thiobacillus oxidans)*

Ngược lại, trong nước chứa oxy của một mạng, các vi khuẩn này có thể sinh ra axít sunfuric và nuôi chu trình ăn mòn bằng vi khuẩn.

• *Vi khuẩn nitrat hoá*

Khi có NH_4 trong nước thải, các vi khuẩn này có thể phát triển thành axít nitrat hoá.

3.4. Ảnh hưởng của trạng thái bề mặt và độ tinh khiết của nước

Sự đóng cấu cặn trong hệ thống ống cũ và bẩn hoặc do vận chuyển nước chưa được lọc sạch có thể là những nguồn ăn mòn với hai lý do:

- Tạo ra một vùng dưới lớp cặn không có oxy hoà tan, vùng này có thể tạo thành vùng anốt;

- Là vùng kích thích sự phát triển các lớp vi khuẩn khác nhau và phản ứng khử thụ động khác nhau. Thép inox đặc biệt nhạy với hiện tượng này.

3.5. Ảnh hưởng của tốc độ lưu thông

Tham số này tác dụng rất quan trọng vào các quá trình phức hợp, vật lý và điện hoá. Ta thường gặp 3 loại hư hỏng.

- Xâm thực khí: do áp suất cục bộ ở các phần khác nhau của áp suất hơi nước, giải phóng liên tục bọt hơi nước, sau đó chúng bị phá vỡ dưới áp suất cao, nên tạo ra các vết lõm bất thường làm ăn mòn kim loại;

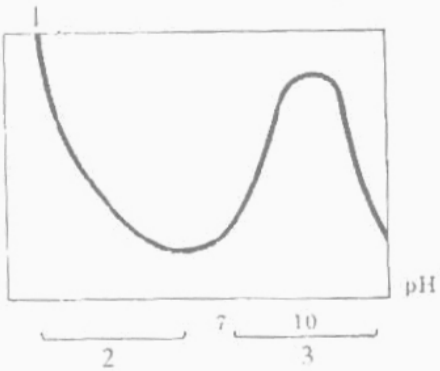
http://tieulun.hopto.org

- Xói mòn- mài mòn do động năng của các hạt cát hoặc các vật liệu khác có trong nước, phá huỷ liên tục lớp bảo vệ tạo ra sự bào mòn đều đặn và đồng nhất kim loại. Quá trình cơ học và điện hoá xảy ra đồng thời (theo HOMIG);

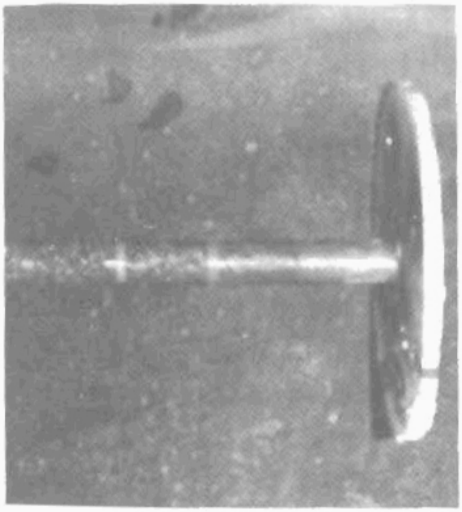
- Xói mòn do ăn mòn gây ra chỉ do sự nhiễu loạn với sự hình thành lớp bảo vệ liên tục tuỳ thuộc vào sự khuếch tán ôxy và cũng phụ thuộc chính vào tốc độ lưu thông của nước. Cơ chế ăn mòn chỉ do điện hoá.

3.6. Ảnh hưởng của pH trong nước có oxy hòa tan

Độ hoà tan Fe^{2+} giảm đáng kể, khi pH tăng, từ đó rút ra sự tạo thành lớp mỏng cách li hydroxít sắt III (và các oxít khác). Điều đó được thể hiện bằng sự tăng đáng kể bề mặt catốt và giảm bề mặt anốt đến các phân tử bề mặt có dạng điểm. Mật độ dòng điện ăn mòn càng lớn trên mặt anốt khi diện tích càng nhỏ. Nguy hiểm ăn mòn xuyên thủng hay châm kim khi có ôxy càng lớn khi pH gần 10, ngoài phạm vi này quá trình ăn mòn giảm đi, nó dừng lại ở pH = 10,5 cho phần lớn các loại nước (hình 212). Như vậy phần lớn các ăn mòn cục bộ đã gặp ở nước đã làm mềm với pH giữa 9 và 10 và độ kiềm không đủ để duy trì màng mỏng tillman.



Hình 212. ảnh hưởng của pH đến tốc độ ăn mòn thép trong nước có oxy hoà tan
1. Tính ăn mòn; 2. Sự ăn mòn đều đặn; 3. Sự ăn mòn đục thủng.



Hình 213. Bằng chứng ăn mòn do nước đã làm mềm

3.7. Ảnh hưởng của chất ôxy hoá

3.7.1. Ôxy hoà tan

Tầm quan trọng của nó trong việc xác định thế điện cực đã được khẳng định, nhưng phải nhắc lại hoạt động của nó như một tác nhân ăn mòn kép.

http://tieulun.hopto.org

- Đối với nồng độ tăng từ 1đến 4-6mg/l, tính ăn mòn của nước chứa khoáng chất trung bình tăng hầu như tuyến tính, nhưng khi bão hoà, sự cân bằng được thiết lập và tạo ra một lớp hỗn hợp bảo vệ nếu có độ kiềm và canxi đủ lớn;

- Cũng như trên, nồng độ chưa đến 1mg/l, đối với nước ngọt nhưng tương đối trung hoà, một trạng thái thụ động của thép có thể thiết lập.

Ozon là hợp chất không bền và không có khả năng tác dụng trực tiếp trong mạng phân phối, nhưng gián tiếp, sự quá bão hoà ôxy có thể liên kết với ozon, đôi khi có lợi cho sự loại bỏ khí và sinh ra các pin ăn mòn cục bộ khác nhau.

3.7.2. Chất ôxy hóa

Tuỳ theo nồng độ, sự có mặt của chất ôxy hoá mạnh như clo và NaOCl có thể làm tăng đáng kể thế redox của nước chứa oxy hòa tan.

Thép inox sẽ nhạy cảm nhất, và mức thế năng ăn mòn xuyên thủng tăng lên có thể là cần thiết. Đương nhiên, ở nước biển dưới 30°C, kinh nghiệm chỉ ra rằng nước biển ở dưới 30°C và hàm lượng clo tự do chưa đến 2mg/l chưa có ăn mòn xuyên thủng nguy hiểm và nó sẽ trở nên nghiêm trọng khi đạt tới giá trị 5mg/l clo tự do.

4. ĂN MÒN THÉP INOX

4.1. Định nghĩa

Theo quy ước, ta gọi thép không gỉ (inox) là hợp kim sắt-crôm mà hàm lượng crôm lớn hơn 11,5%. Tuỳ theo cấu trúc tinh thể, thép không gỉ chia thành bốn loại, trong đó 3 loại: ferit, auxtenit và auxtenoferit được dùng trong hệ thống xử lý nước.

• *Thép ferit*: Chúng có cấu trúc tinh thể khối lập phương mặt chính diện chứa 16-30% crôm. Chất lượng thép với hàm lượng crôm lớn rất bền với ôxy hóa ở nhiệt độ cao, nhất là có khí H_2S. Sự ổn định do có titan, lưu huỳnh làm tăng độ bền đối với hiện tượng xuyên thủng. Thép ferit chứa nhiều crôm (28%) rất bền.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 51. Các thép inox chính

Ký hiệu theo tiêu chuẩn Pháp	Z6CN 18-09	Z2CN 18-10	Z6CND 17-12	Z2CND 17-13	Z1CNDU 25-20	Z5CNDU 21-08
Cấu trúc	auxtenit	auxtenit	auxtenit	auxtenit	auxtenit	auxtenit
Thành phần (%)						
Cacbon	< 0,08	< 0,03	< 0,08	< 0,03	< 0,02	< 0,08
Crôm	18-19	18-19	17	17	19-22	20-22
Niken	9	9-10	11-12	12-13	26-27	6-9
Môlipđen			> 2	> 2,5	4-4,8	2-3
Đồng					1-2	1-2
Crôm tương đương (%)	18	18	25,75	27,4	35	35
Ký hiệu của Mỹ	AISI 304	AISI 304 L	A SI 316			
Ký hiệu của Đức	X5 CrNi 18-09	X2 CrNi 18-09	X5 CrNiMo 18-12	X2 CrNiMo 18-12		
Ký hiệu thương phẩm						
Nacre	NS 21	NS 22 S	NSM 21	NSM 22S	Uranu B6	Uranu 50
Creusot-Loire	AS					

• *Thép auxtenit*: Thép có cùng cấu trúc tinh thể, nhưng ngoài hàm lượng crôm (16%) có chứa hơn 6% niken là nguyên tố ưu đãi cho tinh thể auxtenit. Sau thép ferit chứa nhiều crôm, nó là loại thép không gỉ có độ bền vững tốt nhất đối với ăn mòn. Tính chất của chúng thay đổi với hàm lượng cácbon, crôm, niken.

• *Thép auxtenoferit*: Nâng cao hàm lượng crôm ưu tiên cho cấu trúc ferit (nguyên tố α), giảm hàm lượng niken cấu trúc auxtenit (nguyên tố γ) bằng cách làm xuất hiện trong cấu trúc của thép một số lượng ferit nhất định. Các thép này có độ bền cơ học cao hơn thép auxtenit và có một độ bền cao hơn với ăn mòn tổng hợp.

http://tieulun.hopto.org

4.2. Ăn mòn thép không gỉ trong dung dịch nước - tính thụ động

Thép hợp kim với crôm trở nên thụ động trong một số lớn môi trường. Đặc tính không gỉ của hợp kim có liên quan đến tính ổn định của sự thụ động hoá này, tương ứng với việc tạo ra trên bề mặt kim loại một lớp mỏng oxít crôm. Tất cả các dứt gãy bất thường của lớp màng mỏng này dẫn đến hiện tượng ăn mòn, trừ trong môi trường chỉ có chất ôxy hoá, ở đó lớp mỏng bảo vệ được tự tái tạo bởi chính nó. (thụ động ổn định). Cho thêm niken làm tăng độ bền với ăn mòn trong môi trường ít hoặc không có chất ôxy hoá, trong khi đó, môlybđen cải thiện điều kiện bền vững chống ăn mòn bằng sự có mặt của axít khử hoặc halôgenua (clorua, bromua, iôđua).

Đương nhiên cần nhấn mạnh rằng: ăn mòn thép không gỉ có thể xảy ra trong môi trường ôxy hoá mạnh, ví dụ trong axít nitric chứa crôm hoá trị 6 (gọi là hiện tượng dịch chuyển thụ động). Một số nguyên tố được thêm vào thép không gỉ cho phép mở rộng phạm vi thụ động. Ví dụ cho thêm đồng làm tăng độ bền với ăn mòn axít sunfuric.

4.3. Các dạng ăn mòn khác nhau của thép không gỉ

4.3.1. Sự ăn mòn chung

Cũng như tất cả kim loại, thép không gỉ trong một số trường hợp bị ăn mòn như nhau trên tất cả bề mặt, khi môi trường không đủ chất ôxy hoa. Lớp bảo vệ trên bề mặt kim loại có thể bị mất đi dẫn tới ăn mòn mở rộng (tính thụ động không ổn định). Vả lại, trạng thái bề mặt kim loại ảnh hưởng đến tính thụ động, độ bền cực đại nhận được nếu bề mặt được loại bỏ ô nhiễm các phần tử sắt II hoặc bởi các cáu cặn có nguồn gốc khác nhau.

4.3.2. Các trường hợp ăn mòn đặc biệt

Với thép không gỉ ta thường gặp 3 loại ăn mòn đặc biệt:

- Ăn mòn do lỗ thủng hay ăn mòn do khe hở, vết nứt có thể xảy ra trong môi trường trung hoà hay chứa nhiều clorua;

- Ăn mòn dưới ứng suất có liên quan đến nước nóng. Sự ăn mòn của các hạt tương tác đứng gần nhau của các mối hàn (làm nghèo crôm cục bộ) đặc biệt ở thép auxtenit cũng như ở thép ferít, có thể loại trừ bằng 3 cách:

- Giảm hàm lượng cacbon của thép (< 0,03%) chỉ có thể áp dụng cho thép auxtenít bằng cách hạn chế tạo thành cacbua crôm;

- Sử dụng thép đã ổn định với titan ferit (loại Z8 CT 17) hay auxtenit;

- Tôi siêu nhanh chỉ riêng thép auxtenit sau khi hàn.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 52. Tham số có tác dụng ăn mòn thép không gỉ

Dung dịch	Trung hoà và chứa clo		Axít và không chứa clorua
Kiểu ăn mòn	Cục bộ		Đồng đều
	Lỗ thủng	Vết nứt	
Nguyên nhân chính loại bỏ thụ động hoá	O_2 hoà tan và thế chọc thủng của thép rất yếu	Tính không đồng nhất của bề mặt, hố ngoằn ngèo. Lưu thông không đủ lớn.	Dung dịch không đủ chất ôxy hoá.

4.3.2.1. Ăn mòn lỗ thủng

Ta có thể thấy ở môi trường trung hoà và chứa clorua, việc tạo thành các lỗ châm kim rất phân tán và sẽ làm thủng rất khó nhìn được. Trước hết chúng phụ thuộc vào điện thế giữa nước và kim loại.

Thế kim loại - nước (được xác định bằng bản chất kim loại, nhiệt độ của nước, độ pH và nồng độ ion Cl^-) cũng như trạng thái bề mặt. Clo tự do có nồng độ vượt ngoài 0,5mg/l làm tăng rất nhanh điện thế chọc thủng. Kim loại cần phải lựa chọn sao cho điện thế đánh thủng riêng lớn hơn điện thế tác dụng kim loại- nước đối với một nồng độ Cl^- đã cho.

Thép môlybđen có hàm lượng crôm cao, và hàm lượng cácbon thấp rất bền với chọc thủng. Như thép Z2 CND 17-13 bền với chọc thủng đo nước biển trung hoà, sạch và lạnh. Việc sử dụng các hợp kim giàu hơn (uranu) là trong trường hợp đặc biệt (trên 20°C).

4.3.2.2. Ăn mòn vết rạn

Kiểu ăn mòn này thường gặp nhiều hơn, ngược lại có quan hệ mật thiết đến các vùng đặc biệt trên bề mặt kim loại, có thể là một cấu trúc không đồng nhất hay một cấu cặn. Các vùng này tạo nên một vết ngoằn ngoèo hoặc một mặt chết có rất ít các ion hay các chất chuyển qua. Sự phát triển ăn mòn tương ứng với việc axít hoá chậm nhưng mạnh từ các ion Cl^-.

Với nước có oxy hòa tan trung hoà nhưng có chứa clorua, sự thuỷ phân các nguyên liệu ăn mòn trong các ngăn chứa đưa tới sự hình thành axít clohydric, nếu quá một nồng độ tới hạn nào đó, bắt đầu quá trình ăn mòn khe nứt. Ăn mòn vết nứt được đặc trưng bằng thời gian ủ, nó có thể tới nhiều tháng, nhưng mỗi lần quá trình này bắt đầu thì sự tiến triển của nó rất mạnh mẽ và nguy hiểm.

http://tieulun.hopto.org



Hình 214. Ăn mòn mặt bích ionx dưới một miếng đệm bị khuyết tật

Nếu trong thời gian ủ, các chất ăn mòn được quét đi bằng một thiết bị khuấy nước, quá trình bị cắt đứt và hiện tượng này lại bắt đầu lại từ đầu.

Độ bền ở loại ăn mòn này có thể được đánh giá từ phép đo nồng độ pH loại bỏ lớp thụ động hoá thấp nhất như có thể có. Độ bền tốt nhất đối thép auxtenit và có thêm titan, molypden, làm tăng thời gian ủ, làm tăng cơ may làm ngắt quãng quá trình ủ. Tuy nhiên mỗi khi chu kì ủ trôi qua và quá trình ăn mòn bắt đầu thì sự ăn mòn tăng rất nhanh trong trường hợp thép giàu niken và molybden cũng như các thép chứa quá ít các nguyên tố này. Độ bền vững đối với cả hai loại ăn mòn và loại bỏ thụ động cục bộ của thép được đánh giá bằng hàm lượng Cr tương đương (bảng 51):

$$Cr + 3,3Mo + 16N.$$

4.3.2.3. Ăn mòn (bởi) hoặc (do) ứng suất (các vết nứt gãy)

Vết nứt do ăn mòn dưới ứng suất xuất hiện ở nơi nung nóng thép anxtenit chịu ứng suất dư do hàn, dập hay các điều kiện sử dụng. Nó thể hiện bằng sự có mặt clorua ngay từ 60°C, thép auxtenít được thay bằng ferit hay auxtenoferit.

4.4. Sử dụng thép không gỉ

Ta có thể tóm tắt những nguyên tắc chung cần phải tuân thủ khi dùng thép không gỉ.

• *Khi thiết kế máy*

- Loại bỏ các vùng nước chết bằng cách bảo đảm cho dòng chảy đều khắp (phải có biện pháp thổi rửa những vùng chết không thể tránh né được);
- Chọn tỷ lệ diện tích - thể tích có khả năng nhỏ nhất;
- Tránh các góc nhọn, mối ghép sắc cạnh;
- Tránh vùng dập quá căng, có thể tập trung ở thép martenxit rèn nguội;
- Hàn chồng lên cả hai mặt của chỗ lắp ráp kín;

http://tieulun.hopto.org

- Bảo đảm cố định giá đỡ bằng thép cán lên thép không gỉ bằng một lớp trung gian là thép không gỉ lồng vào thép không gỉ. Điều đó tránh được việc hòa tan các nguyên tố của thép can vào cấu trúc kim loại khi hàn;

- Bảo đảm tốc độ lưu thông lớn.

• *Khi xây dựng*

- Loại bỏ tiếp xúc với kim loại có sắt;

- Dùng phương pháp hàn không ảnh hưởng đến độ bền chống ăn mòn của cấu trúc (giảm năng lượng hàn);

- Loại bỏ dầu mỡ và ô nhiễm (các chất chứa sắt II) sau khi đã gia công.

- Tẩy gỉ cẩn thận các mối hàn;

- Tẩy sạch cẩn thận các vết bẩn, hoàn thành việc thụ động hóa tự nhiên bằng cách cho tiếp xúc với dung dịch nitric

4.5. Lựa chọn thép không gỉ

Tiêu chuẩn lựa chọn thép không gỉ thường dùng nhất là độ ăn mòn, nó rất khó để đưa ra các quy tắc lựa chọn chính xác. Tuy nhiên ta có thể trình bày một số quy tắc sau:

Sử dụng cho các thiết bị có hàn các thép auxtenit có hàm lượng cácbon rất thấp hoặc thép đã ổn định hoá.

- Nâng cao độ bền ăn mòn clorua bằng cách tăng hàm lượng Mo hay Cr;

- Không loại bỏ khả năng thay thế thép không gỉ bằng một thép cacbon trong các thiết bị trao đổi nhiệt, nước của mạng điều hoà hoặc trong các bình chứa chất phản ứng bằng cách chọn và thực hiện cẩn thận các lớp bao phủ.

4.6. Thử thủy lực

Trong các thiết bị xử lý nước cũng như trong công nghiệp hoá chất, nhiều trường hợp ăn mòn thép không gỉ sinh ra khi thử hệ thống thuỷ lực dẫn đến xuyên thủng tức thời hoặc rút ngắn thời gian gây xuyên thủng, sau khi vận hành bởi hai lý do:

- Không súc rửa sạch và kỹ hệ thống dẫn đến sự tạo ra các pin điện khác nhau dưới lớp cặn;

- Sử dụng nước có chứa ít nhiều clorua tự cô đặc lại do việc bốc hơi, đặc biệt ở các chỗ ngoằn ngoèo. Để ngăn chặn, cho vào nước này từ 3 đến 5 phần $NaNO_2$ cho một phần Cl^-. Có thể hiệu chỉnh độ pH của nước bằng $NaHCO_3$ đã cho kết quả tốt.

http://tieulun.hopto.org

5. ĐẶC TÍNH CỦA GANG

Đặc tính ăn mòn gang do nước khác với ăn mòn thép, nguyên nhân chính là do có các phần tử cacbon dưới dạng vẩy mỏng (gang xám) hay các nốt sần (gang dẻo). Các tạp chất tạo nên các bản catôt hợp nhất trong một bộ xương thấm cacbon thích hợp cho việc duy trì các chất ôxy hoá (ở nước cứng và có oxy hòa tan) đặc biệt ở gang xám.

Ngược lại trong nước không có oxy hoặc sunfurơ, quá trình ăn mòn còn gọi là graphit hoá, có thể tự tăng lên do kéo theo các chất trên. Độ ăn mòn đồng đều tương đối (bề dày chi tiết thấm nước và không có tính không đồng đều lớn như các mối hàn) bảo đảm tuổi thọ đủ lớn của vật liệu này đối với nước tự nhiên hay kiềm tính oxy ở dưới 70°C và được sử dụng rộng rãi, đặc biệt ở bơm, van nước.

Trong phân phối nước, bảo vệ ống dẫn cần thiết trong thời gian dài. Đối với phía trong ống, trước kia thường phủ một lớp nhựa bitum, ngày nay nó được phủ một lớp vữa xi măng, phù hợp với nước thải (do có sunfua) hoặc đôi khi dùng lớp phủ bằng chất dẻo thích hợp.

Bảo vệ phía ngoài chống ăn mòn được phủ một lớp bitum dầy khoảng hàng trăm micron, có thể tăng thêm bằng cách phun bột kẽm hoặc bảo vệ catốt bằng đặt một điện thế trong đất có tính xâm thực (tuỳ theo sự phân tích độ ăn mòn của đất).

Các ống gang dẻo được dùng rất nhiều do độ bền cơ học lớn, có tuổi thọ như gang xám, mặc dù nó mỏng hơn và tốc độ ăn mòn ban đầu lớn hơn.

6. ĂN MÒN KIM LOẠI MÀU

Các vấn đề thường nêu ra có quan hệ đến mạng phân phối nước, nhất là nước nóng trong nhà (ECS). Những khái niệm nhắc lại sau đây mở rộng cho nước công nghiệp có chứa thành phần bất lợi (độ pH, độ muối, NH_3).

Trước khi nhắc lại các đặc tính của một số kim loại, cần phải nhấn mạnh bốn điểm chung cho việc sử dụng:

- Cùng tồn tại thường xuyên nhiều kim loại, nguồn tạo ăn mòn nhanh do các cặp bản cực lớn (cần phải tránh) đặc biệt đối với nước xâm thực (có chứa muối khoáng hoặc không). Trong mọi trường hợp, kim loại quí (Cu) cần đặt sau kim loại thường theo chiều nước chảy;

- Nhiệt độ nước quá cao tạo ra sự ăn mòn trầm trọng, do khử khí và do các hiện tượng pin điện khác nhau, đặc biệt khi không thổi sạch khí đã khử. Giữ cho nước ở nhiệt độ từ 60°C tránh được hiện tượng này;

http://tieulun.hopto.org

- Tất cả các nước xâm thực bị tù hãm và có xu hướng tạo thành axít làm nghèo ôxy, nó có thể phá huỷ các lớp thụ động hoá và giải phóng vào dung dịch các ion kim loại (Pb);

- Nước uống nói chung tương hợp với các kim loại này.

6.1. Nhôm

Với một điện thế -1,34V, kim loại này tích điện âm, nên về mặt lý thuyết rất dễ bị ăn mòn. Thực vậy, nó nhận một sự ăn mòn thụ động do ôxy hoá ở không khí ẩm để tạo ra một lớp mỏng bảo vệ nhôm. Thụ động hoá này cũng có thể làm nhân tạo bằng ôxy hoá anốt. Đôi khi nhôm được dùng với nước biển, miễn là không có tạp chất lắng đọng ở mặt catốt. Dù thế nào cũng phải trông cậy vào kim loại với độ tinh khiết công nghiệp khá cao hay một hợp kim thích hợp (Al + Mg + Mn + Cr). Nước có độ axít rất nhẹ, có thể chấp nhận, nhưng cấm không được tiếp xúc với nước kiềm tính.

6.2. Đồng

Đương nhiên, đồng thụ động hoá trong nước chứa oxy hòa tan do tạo ra một lớp oxít cấu tạo từ Cu_2O. Đối với đồng có 3 dạng ăn mòn chủ yếu:

6.2.1. Ăn mòn châm kim, loại I

Thường hay xảy ra nhiều nhất trên các ống dẫn bằng đồng nung khi có nước lạnh trung bình (nhỏ hơn 40°C) hay chứa nhiều khoáng chất. Nó thể hiện ở các lỗ châm kim đều đặn, bao phủ bằng một lớp oxít màu xanh.

Hai yếu tố quyết định kiểu ăn mòn này:

- Chất lượng nước, độ pH, hàm lượng ôxy dư, và hàm lượng bicacbonat;

- Có một lớp mỏng thấm cacbon trên bề mặt ống (ít nhất là một phần oxít gây hại như CuO). Yếu tố này có xu hướng mất đi khi dùng tiêu chuẩn giới hạn lượng cacbon trên đơn vị bề mặt.

6.2.2. Ăn mòn châm kim, loại II

Thường ít hơn ở nước nóng hơn 60°C và có ít khoáng chất. Các lỗ châm kim ít khi nhìn thấy ở phía mặt trong của ống, được phủ một lớp mỏng thường là sunfát đồng.

6.2.3. Ăn mòn kiểu bào mòn

Loại ăn mòn này do tốc độ lưu thông quá mạnh của nước tạo ra ở những chỗ có hình dạng đặc biệt (khuỷu nối, chỗ thu hẹp). Nó có tác dụng ăn mòn hiếm hơn do các hạt mài mòn. Hình dáng nhận được có dạng sắt yên ngựa (hình 215).

http://tieulun.hopto.org



Hình 215. Ăn mòn và mài mòn một ống đồng

6.2.4. Các dạng ăn mòn khác

Các dạng ăn mòn khác thường gặp:

- Trong nước có oxy chứa amoni (nước công nghiệp), có thể thấy một sự ăn mòn đồng đều đáng kể, do hoà tan các lớp bảo vệ;

- Ví dụ ăn mòn điện giữa mối hàn nối vào phía trong ống, nếu mối nối vượt quá do quy trình hàn không tốt hoặc ăn mòn do pin điện khác nhau dưới lớp cấu cận silic hay oxít sắt.

6.3. Chì

Độ hoà tan oxít PbO và hydrôxit $Pb(OH)_2$ tương đối mạnh, nước chứa oxy rất dễ ăn mòn và nguy hiểm, nếu không có đồng thời bicacbonát kiềm mạnh (TAC lớn hơn 12°F) và nồng độ CO_2 tự do nhỏ (pH kiềm tính nhẹ). Trong trường hợp này tạo thành hydrôxit cacbonat chì, ít tan hơn hydroxít và nó hình thành lớp bảo vệ nếu cùng kết tủa với cacbonát canxi.

Tuy vậy, không nên sử dụng ống bằng chì cho các công trình cấp nước uống và cấm dùng trong mạng cấp nước ngọt.

6.4. Thép mạ kẽm

Ta xem xét ở đây chỉ lớp bọc nhận được do mạ nóng (nhúng vào bể mạ kẽm ở 450°C hoặc mạ liên tục theo phương pháp SENDZIMIR).

Trong trường hợp này một lớp kẽm η có bề dày thay đổi được bám chặt vào thép và mặt ngoài bị ôxy hoá tạo thành hydrrôxít, oxít hay hydroxyt-cacbonat kẽm tuỳ theo nhiệt độ và độ kiềm của nước. Màng mỏng này trái với các màng mỏng của kim loại khác, ít dẫn điện hơn. Nó không thay đổi thế năng của kim loại kẽm và cũng không làm giàu kim loại này. Trước hết nó tạo thành một lớp thụ động, giữ vai trò anốt hoà tan nếu không phủ kín liên tục và có để lộ ít thép trần.

Ăn mòn kẽm rất chậm và khuếch tán ôxy bị hãm lại, tốc độ ăn mòn cao trong nước ngọt chứa ít TAC và trở nên rất chậm trong nước chứa nhiều bicacbonát canxi.

Các clorua ở nồng độ đủ lớn làm tăng nguy cơ ăn mòn do chăm kim. Trong mạng phân phối nước (ECS), một hàm lượng Cl^- không vượt quá

http://tieulun.hopto.org

100mg/l nên được sử dụng. Khi nước là xâm thực và lớp bảo vệ bị phá hỏng, kẽm bị hấp dẫn (-0.776V) chính chúng chịu một sự ăn mòn nhanh dần, nó kết thúc bằng ăn mòn sắt và tạo ra các lớp gỉ.

- *Tác dụng của nhiệt độ.* Tốc độ ăn mòn tăng nhanh với nhiệt độ, chuyển qua giá trị cực đại (gần 70°C) và trở về giá trị ban đầu ở 100°C. Ngay từ 60°C, tất cả hydroxít kẽm sẽ biến thành oxít ít bám dính và xốp hơn.

Ăn mòn tăng tốc hay chọc thủng một vùng không mạ có thể xảy ra bất thình lình. Giả thuyết có phân cực ngược của pin đang còn tranh cãi có lợi cho việc giảm cường độ dòng bảo vệ catốt, nó không còn đúng nữa.

- Tác dụng của đồng. Phần đưa thêm ion Cu^{2+} vào dung dịch (đồng ngoại sinh đưa đến từ mạng phía trước) đưa lớp oxít kẽm trở thành dẫn điện và nó có thể nhanh chóng ăn mòn thép.

Như vậy, mạ thép chỉ làm chậm ăn mòn một cách lâu dài với nước không xâm thực và lạnh. Đặc tính bảo vệ theo thời gian của ống sắt tráng kẽm trong trường hợp nước xâm thực và nước biển chỉ là tạm thời. Bảng 53 cho lời khuyên bảo vệ đối với hệ thống nước nóng trong nhà.

Bảng 53. Mạng phân phối nước nóng trong nhà
Lời khuyên bảo vệ chống ăn mòn

	Thép mạ kẽm	Đồng
Tốc độ nước cực đại	< 1,5m/s trong tháp < 2 m/s trong đường hầm	
Nhiệt độ	<50-60°C	
TH	> 10°F	> 5°F
Chất lượng nước	Đóng cặn nhẹ	Không có NH_4
Lượng Cl^-	< 100mg/l	
Cấu trúc		Phần tử luôn đặt ở phía hạ lưu, hệ thống không đồng nhất
Khử khí	Lỗ thảo ở phía trên	

6.5. Đồng thau

Đó là hợp kim đồng-kẽm mà thành phần được dùng có thể là:

Xưởng chế tạo van, vòi nước

Tiện thanh vật liệu Cu Zn 37 Pb 3

http://tieulun.hopto.org

	Cu Zn 4 Pb 3
Rèn khuôn dập	Cu Zn 39 Pb 2
Đúc	Cu Zn 40

Vỏ và ống thiết bị trao đổi nhiệt

Đồng thau	Cu Zn 30 As
	Cu Zn 29 Asl

Hiện tượng khử kẽm hay hoà tan kẽm có giải phóng đồng dư, đôi khi xảy ra với nước có độ muối lớn và độ cứng nhỏ, nó làm cho kim loại xốp và dễ gãy. Hiện nay ở Pháp có các đồng thau không có khả năng loại bỏ kẽm (Cu Zn 35 Pb 2 As) cho phép tránh gặp những rắc rối. Trong nước có chứa clorua hoặc nước biển, các ống của thiết bị trao đổi nhiệt có thể làm bằng đồng thau (Cu Zn 29), nếu không thì bằng titan.

7. NƯỚC BIỂN

7.1. Khả năng ăn mòn và đóng cáu cặn

Khả năng ăn mòn đáng kể của nước biển thay đổi theo hàm lượng ôxy và nhiệt độ. Nước lạnh ở biển phía Bắc dưới sâu ít bị ăn mòn hơn nước nóng trên mặt ở các vùng nhiệt đới. Đặc trưng của tính ăn mòn này biểu thị bằng chỉ số RYZNAR cũng chưa đầy đủ.

Trong vùng luôn luôn ngập nước và yên lặng, ăn mòn thép nói chung phụ thuộc vào tốc độ dịch chuyển ôxy qua sinh vật biển và màng oxít khoảng từ 100 đến 200micron/năm.

Trong các đường ống và bể chứa có dòng nước chảy qua, ta khẳng định sự hình thành các lỗ chân kim với tốc độ 400-700 micron/năm, do vậy cấm không được dùng thép trần.

Cần phải biết rằng: đặc tính đóng cáu của nước biển trên 60°C nhằm vào đá vôi hoặc các vật liệu có hay không có sắt, nhưng ngược lại, sự ăn mòn rất nhanh có thể cùng tồn tại với đóng cáu cặn trong trường hợp tiếp xúc với vật liệu kim loại chứa hay không chứa sắt. Quá trình ăn mòn điện hoá càng lớn khi vật liệu kim loại càng không đồng nhất.

7.2. Bảo vệ chống đóng cáu cặn

Ở dưới 90°C, việc đóng cáu gây ra trước hết do bicacbonat canxi. Từ 90°C trở lên và có nồng độ lớn hơn một nồng độ nào đó, sẽ có kết tủa sunfát canxi và oxít magiê. Vấn đề thứ nhất có thể điều chỉnh:

- Bằng axít hoá nước biển để giảm TAC;

http://tieulun.hopto.org

- Bằng cách tạo phức càng của polyphôtphat, tác dụng này giới hạn ở nhiệt độ thấp hơn 70°C (hệ thống làm lạnh);

- Tác động phân tán kết hợp với polyacrylat.

Vấn đề thứ hai có liên quan đặc biệt đến thiết bị hoá hơi, cần phải giải quyết bằng cách loại bỏ từng phần canxi và đưa thêm hỗn hợp axít photphoric và polyaonylic. Chúng lần lượt có tác dụng phức càng của và phân tán (KEMAZUR) đồng thời ổn định cho đến 130°C.

7.3. Bảo vệ chống ăn mòn

7.3.1. Biện pháp cấu trúc

- Sử dụng các ống dẫn bằng bêtông hay bằng thép bọc nhựa êpoxy, êbonit hay bitum;

- Xây dựng đầu trao đổi nhiệt và hộp phân bố có một lớp phủ nhựa dẻo (rinsan hay sêhen);

- Vỏ và ống của thiết bị trao đổi nhiệt làm bằng đồng thau 76.22. Ít nhạy cảm với khử kẽm, nếu không dùng titan.

7.3.2. Biện pháp động lực học

• *Bảo vệ catốt :*

Anốt phản ứng làm bằng Mg hay Al, đôi khi được dùng trong nước biển (điện trở suất rất nhỏ). Các anốt này đảm nhận việc bảo vệ công suất nhỏ và hiệu quả hạn chế.

- Bằng áp dụng một sức điện động ngoài. Phương pháp này cho phép bảo vệ lưới và tang quay của bộ lọc rây và càng ống có chiều dài lớn.

• *Phương pháp dùng hoá chất*

Bảo vệ mạng ống dẫn đồng thau bằng cách phun sunfát sắt II;

Đưa chất ức chế photphát kẽm vào trong nước cung cấp cho các mạng ống thep.

• *Loại bỏ ôxy hoà tan*

- Khử khí trong thiết bị chân không hay chưng cất. Phương pháp này được dùng cho nước phun vào các giếng dầu mỏ;

- Khử hoá học bằng xúc tác bisunphit-natri.

7.4. Bảo vệ chống đóng cặn hữu cơ

Đóng cặn là nguyên nhân quan trọng gây ăn mòn dưới lớp cặn và làm hại khả năng trao đổi nhiệt.

http://tieulun.hopto.org

7.4.1. Ba nguồn gốc

- Nước nhầy hữu cơ của vi khuẩn và tảo;

- Sự dính bám của vi khuẩn mềm như hải tiêu, hải quỳ, thực vật phù du;

- Sự đóng cáu của tập hợp các sinh vật có vỏ cứng (loài thân giáp, con hầu, con vẹm, con sun) mà việc phá huỷ chúng rất khó và tạo ra ăn mòn chọc thủng dưới lớp cặn do các pin điện khác nhau. Trong mạng ống hợp kim của đồng có dòng chảy chậm, việc hoà tan đồng cũng đủ để tránh hiện tượng đóng cặn. Sự phát triển của tảo có chiếm ưu thế hơn sự phát triển của loài thân giáp nhờ có clo hoá.

7.4.2. Tác động clo hoá

Sử dụng clo chống lại đóng cặn có thể là nguyên nhân ăn mòn bổ sung mà thể thức của nó là khác nhau tuỳ theo kim loại và các ion có trong nước biển. Tuy nhiên có thể để phòng ăn mòn dưới lớp cặn.

Tác dụng của clo trong nước biển trước hết phải có 68mg/l Br. Tất cả Cl thêm vào đổi chỗ cho brôm theo hai phản ứng:

$$HOCl + Br^- \rightarrow HOBr + Cl^-$$

$$OCl^- + Br^- \leftrightarrow OBr^- + Cl^-$$

Ở độ pH của nước biển (8,3-7,6). Chủ yếu là axít hybrôm HOBr có tác dụng diệt vi khuẩn và ôxy hoá các chất hữu cơ trong thời gian vài phút. Tuy nhiên, thêm clo làm tăng thế redox của nước biển có chứa oxy ở giá trị tới hạn ngay từ khi giá trị này lớn hơn 0,3-1mg/l clo tự do dư.

Cần chọn thép inox có thế chọc thủng cao hơn như thép 316rl, hoặc tốt hơn Z2CNDO 17.16, có thế chọc thủng cao hơn redox của nước chứa clo.

7.5. Tính chất hợp kim Đồng niken

Nó có thể bị tác động khi trong nước biển có NH_4 và H_2S

• *Amoni:*

Vượt quá một vài mg/l NH_4, sự ăn mòn xảy ra dưới các vết rạn, có thể loại bỏ bằng cách cho thêm các vết Fe^{2+} hoặc bằng các chất clo hoá từ 0,5mg/l, nó chuyển hóa NH_4 thành N.

• *H_2S:*

Các vết sunfua được ôxy hoá bằng ôxy hoà tan rất chậm, sulfua gây ra ăn mòn dưới các vết rạn, hiện tượng này có thể ngăn bằng cách clo hoá ở liều lượng nhỏ (0,25mg/l). Nó oxy hoá rất nhanh sunfua và giảm mạnh tính ăn

http://tieulun.hopto.org

mòn của nước. Một cách tổng quát hơn: Việc lựa chọn hợp kim bị ảnh hưởng bởi tốc độ dòng chảy.

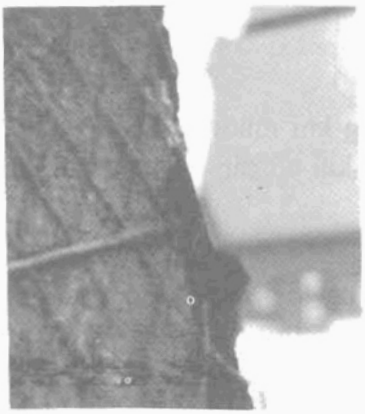
8. LÀM GIẢM CHẤT LƯỢNG BÊTÔNG

Bêtông là một vật liệu cấu tạo từ tổ hợp hạt khác nhau và ximăng, dùng để bọc cốt thép. Về lý thuyết, ăn mòn sắt thép chỉ xảy ra khi làm giảm chất lượng lớp bê tông bọc ngoài do sắt tích điện dương trong bê tông cốt thép. Thực vậy, điện thế của sắt trong bê tông có pH gần 11,6, gần bằng +100mV so với điện cực hydrô. Phòng ngừa giảm chất lượng trước hết phải tập trung đối với bê tông, trừ trường hợp bê tông chịu ứng lực trước, ở đó có ứng suất rất cao, thép bị mỏi dưới ứng suất cao, và bị ăn mòn hoá học do nước thấm vào. Các pha làm giảm chất lượng bêtông đầu tiên do nguyên nhân cơ học, sau đó là hoá học.

8.1. Nguyên nhân cơ học

Chúng có 3 loại:

- Độ thấm thấu quá lớn, mật độ cao với liều lượng 300-400kg/m^3 ximăng là yêu cầu tối thiểu đối với nước xâm thực;
- Tồn tại các hang và khe nứt do các điều kiện chế biến, nó có thể khắc phục bằng cách tăng độ dẻo của bê tông bằng cách chọn tỷ lệ nước/ximăng nhỏ hơn 0,45 hay pha thêm các chất dẻo;
- Xói mòn do tốc độ nước lưu thông trong các ống dẫn lớn hơn 4m/s. hoặc gradiên nhiệt quá cao.



Hình 216. *Ví dụ đầu ống bê tông bị ăn mòn phía ngoài*

8.2. Nguyên nhân hoá học

Chúng có liên quan đến thành phần ximăng và tính ăn mòn của nước, thành phần xi măng chủ yếu là silíc, vôi, alunin và sản phẩm phụ của sắt, magiê, canxi. Ximăng có môi trường bazơ mạnh có dự trữ lớn các muối hoà tan.

Khi ximăng đông lại, nó giải phóng một phần lớn vôi dưới dạng $Ca(OH)_2$, tạo ra aluminat tricanxi có ký hiệu "C_3A". Tuỳ theo thành phần của xi măng và bản chất hoá học của nước, sự hoà tan có thể liên quan đến vôi tự do và đôi khi là alumin

http://tieulun.hopto.org

axít. Bảng dưới đây cho biết hàm lượng các thành phần chính của các loại ximăng khác nhau. Việc giảm chất lượng bêtông do hoá học thể hiện bằng nhiều cách:

- Độ xâm thực của cacbonic:
- Ăn mòn do axít mạnh:
- Tác dụng của sunfat:
- Ăn mòn do kiềm mạnh:
- Ăn mòn do vi khuẩn với việc tạo ra H_2S.

	Poocläng CPA	Xi măng alumin cao	Xi măng chứa sunfat CSS	Xi clinke CLK
SiO_2	20 - 25%	5 - 16%		
Al_2O_3	2 - 8%	30%		
CaO	60 - 65%	35 - 40%	50%	40 - 45%
SO_3	< 4%	< 2,5%	> 5%	< 5%

8.2.1. Tác động của cacbonic

Ăn mòn các công trình do tác động của dioxyt cácbon xảy ra ở nước ngọt hoặc ở nước có hàm lượng CO_2 dư vượt quá 15mg/l. Nhưng sự dự trữ độ kiềm của vôi trong bêtông quá cao ở bên trong các lỗ xốp làm kết tủa lớp cặn $CaCO_3$ và các muối khác tạm thời hãm tốc độ phá hoại bêtông do nước này. Việc phá huỷ có thể ở mức chấp nhận được khi độ kiềm bị $CaCO_3$ lớn hơn 5 đến 6°TAC và độ pH trên 6,5. Nghĩa là nó mang lại sự cân bằng cácbonat.

8.2.2. Tác động của axít mạnh

Tác động này càng trở nên nghiêm trọng khi muối canxi tạo thành hoà tan nhiều hơn. Độ ăn mòn tăng thường gặp khi có các axít sau: phôtphoric, sunfuric, nitric, clohydric.

Axít hữu cơ nói chung là độc hại, đặc biệt trong chất thải của nhà máy sữa hay sản xuất nước hoa quả. Trong trường hợp gặp độ axít vừa phải ta nâng cao độ bền ăn mòn bằng cách giảm tỷ lệ nước/ximăng hoặc dùng alumin xi măng (ứng dụng rất thận trọng). Giải pháp này áp dụng khi pH lớn hơn 2 với một vài chú ý. Nhưng nói chung, nguy cơ tạo vết nứt của công trình chỉ có thể loại bỏ hoàn toàn bằng việc áp dụng lớp bao phủ thích hợp. Vả lại nhiều quy định liên quan với việc xả nước thải nên duy trì độ pH của nước khi tiếp xúc với thành ở giữa 4,5 và 9,5.

http://tieulun.hopto.org

8.2.3. Tác dụng cua amoni

Sự có mặt của amoni trong nước thải có thể tác dụng trong quá trình phá huỷ bêtông bằng hai cách:

- Phát triển phản ứng nitrit hoá và axít hoá, đương nhiên chỉ có thể phát triển trong môi trường hiếu khí (như trong tháp làm lạnh);

- Giải toả amoni thay thế bằng vôi, làm tăng tốc độ hoà tan vôi và làm giảm chất lượng ximăng;

Các muối magiê kích thích quá trình (tạo ra brucite). Phải ngăn chặn không cho nồng đô NH_4 và Mg quá cao, đặc biệt khi có sunfat.

8.2.4. Tác dụng của sunphat

Tác dụng này rất phức tạp, nó dựa trên sự biến đổi sunphat canxi thành muối CANDLOT hay Ettringite.

- Sunphat hoá vôi tự do của ximăng do sunphat hoà tan trong nước:

$$Ca(OH)_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 2H_2O + 2NaOH$$

- Việc biến đổi aluminat của ximăng Ettringite rất giãn nở (hệ số 2-2,5):

$$3CaO.\ Al_2O_3.\ 12H_2O + 3CaSO_4.2H_2O + 13H_2O \rightarrow$$

$$3CaO.\ AL_2O_3.\ 3CaSO_4.\ 27H_2O$$

Sự có mặt của magiê, việc phân huỷ silicat kiềm của ximăng cũng có thể tăng thêm hai cơ chế trước.

Lời khuyên của AFNOR P 18.011 xác đinh các loại ăn mòn của nước mặn đối với bêtông và hướng dẫn làm lớp lót bảo vệ nêu trong bảng 54. Trong trường hợp nước ăn mòn mạnh, nên dùng một lớp bọc, trong khi đó ở nước ăn mòn mạnh, sử dụng ximăng có gốc xỉ với chỉ số thuỷ lực cao, nếu không tính đến các tham số hoá học của nước. Ví dụ,

- Xi măng từ xỉ klanhke (CLK) có chứa 80% hạt xỉ;

- Xi măng lò cao có 60-75%/xi

Khi có nước biển ta cũng sử dụng các loại xi măng có hàm lượng "C_3A" khác nhau.

8.2.5. Ăn mòn do các chất kiềm mạnh (NaOH, KOH, $NaCO_3$)

Sự có mặt của các chất kiềm mạnh rất hại cho tất cả các loại ximăng, do có nguy cơ hoà tan một số chất có gốc alumin. Người ta khuyên khi không có lớp phủ bảo vệ, không dùng ximăng alumin cho nước có pH lớn hơn 12.

8.2.6. Ăn mòn do vi khuẩn có tạo thành H_2S

Loại ăn mòn này thường gặp trong việc vận chuyển nước thải đô thi Nguyên tắc của cơ chế ăn mòn trong môi trường của vi khuẩn kỵ khí đã mô

http://tieulun.hopto.org

là ở trên, nhưng trong hệ thống làm lạnh, quá trình này tiếp tục xảy ra và làm tăng ăn mòn hoá học. Trong nước thải sinh hoạt hoặc nước rất bẩn, quá trình ăn mòn này thường bắt đầu bằng lên men kỵ khí các cặn đã lắng. Quá trình xảy ra theo hai pha:

- Hình thành và giải phóng H_2S;
- Ôxy hoá H_2S trong nước tạo thành H_2SO_4.

Các phản ứng này được tăng tốc ngay khi độ pH giảm dưới 6 và nó càng lớn hơn khi nước càng nóng.

Trong các cống thải, ăn mòn xảy ra trên mặt nước do thoát khí và ngưng tụ của nước. Lắng sơ bộ cũng như cho thêm ôxy hay chất ôxy hoá tránh được ít nhiều việc tạo thành H_2S.

Bảng 54. Độ xâm thực của dung dịch và của đất

(Trích tài liệu AFNOR P. 18.011)

Độ xâm thực / Môi trường	A_1 Xâm thực yếu	A_2 Xâm thực trung bình	A_3 Xâm thực mạnh	A_4 Xâm thực rất mạnh
Tác nhân xâm thực	Nồng độ mg/l			
CO_2 xâm thực	15 - 30	30 60	60 - 100	> 100
SO_4	250 - 600	600 - 1.500 [1]	1.500 - 6.000	> 6.000
Mg^{2+}	100 300	300 - 1.500	1.500 - 3.000	> 3.000
NH_4^+	15 - 30	30 - 60	60 - 100	> 100
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4	< 4

(1) Giới hạn cố định là 3.000 mg/l

9. SỰ LÃO HOÁ VẬT LIỆU DẺO

Cũng như thép và bê tông, các chất dẻo cũng chịu một sự biến chất theo thời gian. Có nhiều nguyên nhân khác nhau, ta gọi là hiện tượng lão hoá. Tuổi thọ hữu ích phụ thuộc vào tính chất của vật liệu và điều kiện sử dụng. Đánh giá về tuổi thọ này là khó khăn vì người ta thường yêu cầu ở các vật liệu dẻo: độ bền cơ học, bền hoá học, có thể thực hiện bằng nhiều chất phụ gia trộn cùng với chúng (chất dẻo, màu, chống ôxy hoá, thậm chí cả tạp chất). Sự biến đổi thế năng có liên quan đến xử lý nước, ngoài những nguyên nhân cơ học ra, còn có những nguyên nhân chủ yếu sau:

- Phân huỷ hoá học hay sinh học của vật liệu trong môi trường chất lỏng phản ứng;
- Thải chất hữu cơ trong mạng phân phối nước uống, đặc biệt nước siêu sạch;

http://tieulun.hopto.org

- Biến chất do tia nắng trước khi đưa nước vào nhất là ở các vùng nhiệt đới, thời gian lưu kho kéo dài.

9.1. Lão hoá lý tính

Do thấm dung môi hay nước (trương lên), mất tính đàn hồi, ứng suất dưới tác dụng hoạt tính bề mặt hay biến đổi mạnh mẽ.

9.2. Lão hoá hoá học

Nó thể hiện bằng nhiều cách kéo theo khử polyme hoá hoặc cắt đứt liên kết dẫy do:

- Hiện tượng lão hóa do ôxy hoá nhiệt trong không khí ở nhiệt độ thường;
- Hoá chất trong môi trường lỏng (chất phản ứng);
- Sinh hoá (làm hư hỏng do vi sinh hay nấm);
- Thuỷ phân, do phản ứng chậm của một số polyme với nước (este acrylic).

9.3. Lão hoá do khí hậu

Trong khí quyển, do sự phơi bày trực tiếp dưới ánh sáng mặt trời và mưa, nguyên nhân chính là do hiện tượng quang nhiệt:

- Quá trình quang-ôxy hoá do bức xạ tử ngoại (UV) và thường liên quan đến một số chất phụ (màu, chất muối khoáng).

Sự ổn định quang học của vật liệu có thể bảo đảm bằng nhiều cách để tạo ra các màng mờ đục cản quang nội bộ (TiO_2, ZnO và nhất là than đen) hay bằng màng ở ngoài loại bỏ bức xạ.

- Tăng nhiệt độ và mưa (thuỷ phân) là các yếu tố đồng tác dụng;
- Ôzôn, cũng có tác hại lên cao su tổng hợp và polystyren hay ABS.

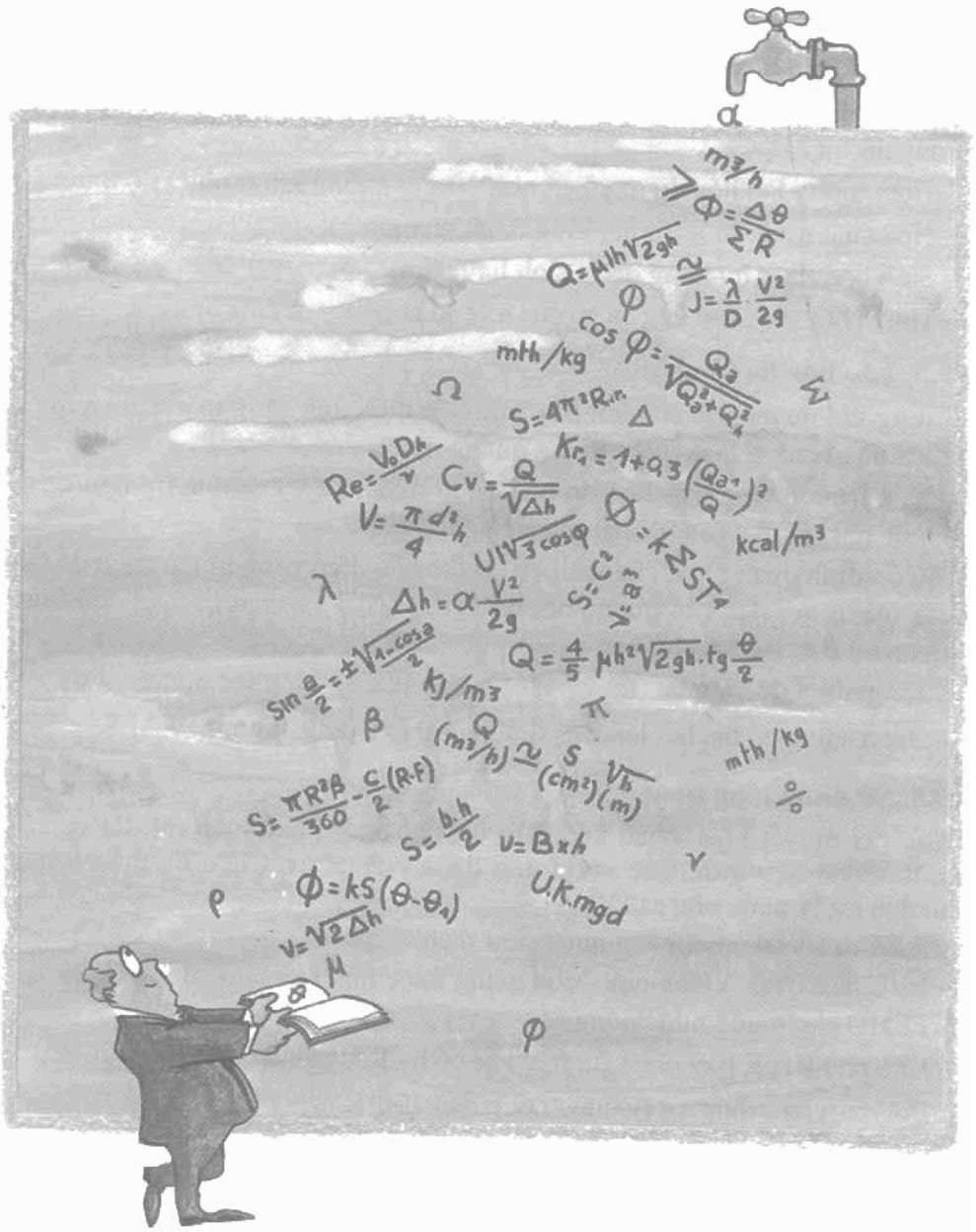
9.4. Sử dụng tổng quát

Các giả thuyết khác nhau kéo theo một phương pháp luận rất dài về các kiến thức vật liệu mới. Các ví dụ ứng dụng của các vật liệu đã thử có liên quan đến xử lý nước như sau:

- ABS và PVDF cho mạng nước siêu sạch;
- PVC hay PVC "clean pipe" cho mạng nước uống và nước đóng chai;
- PEHD cho mạng nước uống;
- Che phủ PTFE hay nhựa furanic khi có hydrocacbua thơm đến 120°C;
- Polyproylen trong xử lý nước nóng đến 100°C.

Để vận chuyển nước thải đặc biệt hay các chất phản ứng lỏng, cần phải xem bảng hướng dẫn sử dụng vật liệu hoặc vật liệu che phủ. Việc xuất hiện ô nhiễm bất ngờ có thể gây hại cho một số nơi áp dụng. Các nhà sản xuất đã chế tạo các ống dẫn chôn dưới đất với tuổi thọ 50 năm với vật liệu PEHD.

http://tieulun.hopto.org



http://tieulun.hopto.org

8

CÁC CÔNG THỨC

"Sổ tay xử lý nước" nhằm mục đích sử dụng một cách rất cơ bản các dữ liệu và thông tin thực tế thường sử dụng nhất cho các kỹ sư cũng như kỹ thuật viên xử lý nước. Theo thời gian, các kiến thức trong lĩnh vực này cần được nghiên cứu và thực hiện một cách sâu sắc, có kỹ thuật và đa dạng hơn. Tính cấp thiết của vấn đề là ở chỗ tập hợp các thông tin và dữ liệu số hay đồ thị đơn giản cần thiết nhất cho kỹ thuật viên, đặc biệt khi họ muốn xây dựng các dự án một cách nhanh chóng. Các mục ở chương 8 sẽ đáp ứng mong đợi này, nhưng chỉ trong một phạm vi giới hạn cho phép phù hợp với nội dung của quyển sách.

1. ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG

1.1. Hệ đơn vị

Hệ đơn vị dẫn xuất của hệ mét ngày càng được sử dụng rộng rãi và trở thành một hệ đơn vị thống nhất gọi là Hệ đơn vị quốc tế (SI). Hệ CGS phần lớn các đơn vị là ước số hay bội số của hệ SI còn dùng trong một số lĩnh vực. Bên cạnh đó có nhiều nước còn dùng hệ đơn vị Anglosaxon.

1.1.1. Hệ thống đơn vị đo lường quốc tế (SI)

Hệ thống này được hội nghị quốc tế (CGPM) thiết lập, hoàn chỉnh và nâng cao. Nó bao gồm những đơn vị đo lường cơ bản, đơn vị mới phát sinh và đơn vị phụ trợ. Trong quá trình áp dụng, yêu cầu đưa vào đơn vị đo lường những bội số và ước số thập phân với những tên viết tắt thích hợp. Ngoài những đơn vị dưới đây, hệ thống chấp nhận những đơn vị mới nảy sinh trong quá trình sử dụng kể cả những đơn vị chấp nhận tạm thời. Về nguyên tắc, khuyến nghị không nên dùng các hệ thống đơn vị khác.

__Ghi chú__: Những trích dẫn tiêu chuẩn AFNOR trong sách này thuộc bản quyền Hội Tiêu chuẩn Pháp (Tour Europe, Cedex 7 92080 PARIS La Défène), là địa chỉ cho mọi yêu cầu về tài liệu bản gốc hoàn chỉnh và mới nhất.

http://tieulun.hopto.org

1.1.2. Nguyên tắc chung

• *Cách viết ký hiệu đơn vị*

Kí hiệu đơn vị chỉ được dùng sau số biểu thị bằng chữ số. Nó được in ấn trên nguyên tắc trực tiếp không thay đổi ở số nhiều, viết không có dấu chấm hết và đặt ở sau những giá trị con số hoàn chỉnh. Giữa hàng số và ký hiệu đơn vị phải có một khoảng cách. Ký hiệu đơn vị viết chữ nhỏ, chữ đầu tiên viết hoa khi ký hiệu đơn vị là danh từ riêng.

Không dùng nét gạch phân số trên cùng một hàng để ký hiệu đơn vị tổng hợp. Giữa hai đơn vị tổng hợp ít dùng dấu ngoặc để tránh nhầm lẫn.

Ghi chú *Nhiệt độ Celsiu t có liên hệ với nhiệt độ tuyệt đối T bởi biểu thức: $t = T - 237,15$ Sự khác nhau giữa hai nhiệt độ có thể biểu thị bằng độ Kelvin hay độ Celsiu, khi đó 1 °C = 1 °K.*

ĐƠN VỊ CƠ BẢN

Số TT	Tên đại lượng	Tên đơn vị	Ký hiệu đơn vị
1	Độ dài	mét	m
2	Khối lượng	kilôgam	kg
3	Thời gian	giây	s
4	Cường độ dòng điện	ampe	A
5	Nhiệt độ tuyệt đối	kevin	K
6	Cường độ sáng	Candela (nến)	cd
7	Lượng vật chất	Mol	mol

• *Các đơn vị dẫn xuất của hệ SI*

(Những đơn vị này có thể sử dụng như đơn vị cơ bản)

Độ lớn	Đơn vị	Ký hiệu	Độ lớn	Đơn vị	Ký hiệu
Góc phẳng	Radian	rad	Góc khối	Steradian	sr

• *Ước số và bội số của đơn vị*

Hệ số mũ	Tiếp đầu ngữ	Ký hiệu	Hệ số mũ	Tiếp đầu ngữ	Ký hiệu
10^{18}	exa	E	10^{-1}	deci	d
10^{15}	peta	P	10^{-2}	centi	c
10^{12}	tera	T	10^{-3}	mili	m
10^{9}	giga	G	10^{-6}	micro	μ
10^{6}	mega	M	10^{-9}	nano	n
10^{3}	kilo	k	10^{-12}	pico	p
10^{2}	hecto	h	10^{-15}	femto	f
10	deca	da	10^{-18}	atto	a

http://tieulun.hopto.org

1.1.3. Xác định đơn vị cơ bản và đơn vị phụ

• *Đơn vị cơ bản*

Mét: Mét là độ dài bằng 1.650.763,73 chiều dài bước sóng trong chân không của bức xạ nguyên tử krypton 86 truyền giữa độ cao $2P_{10}$ và $5d_5$.

Kilôgam: Kilôgam là đơn vị khối lượng, đo bằng khối lượng nguyên mẫu kilôgam quốc tế.

Giây: Giây là đơn vị thời gian kéo dài 9192631770 chu kỳ bức xạ nguyên tử Cesi 133 truyền giữa hai độ cao cực nhỏ ở trạng thái cơ bản.

Ampe: Ampe là cường độ dòng điện không đổi, duy trì giữa hai dây dẫn thẳng, song song, dài vô tận với độ cong không đáng kể, nằm cách nhau 1m trong chân không, sản sinh ra một lực là 2×10^{-7}N trên một mét chiều dài

Kelvin: Kelvin là đơn vị đo nhiệt độ tuyệt đối là phân số 1/273,15 của nhiệt độ tuyệt đối.

Mol: Mol là số lượng vật chất chứa một thực thể các nguyên tố trong 0,012kg cacbon12. Khi sử dụng mol, những thực thể phân tử phải được xác định có thể là nguyên tử, phân tử, ion, điện tử, hoặc các hạt cơ bản khác hay bằng các nhóm phần tử xác định.

Candela (nến): candela là cường độ ánh sáng chiếu trực tiếp, vuông góc trên một mặt phẳng, trong bóng tối có diện tích bằng 1/600.000m^2, bóng tối ở nhiệt độ đông đặc platin dưới áp suất 101.325N/m^2.

• *Đơn vị phụ trợ*

Radian: radian là góc phẳng kẹp giữa hai đường bán kính của đường tròn, độ dài cung tròn đo bằng độ dài bán kính.

Stéradian: Stéradian là góc khối có đỉnh là tâm của một khối cầu, phần cắt trên mặt khối cầu là khoảng không gian quy vuông, có cạnh đo theo bán kính khối cầu.

1.1.4. Các đơn vị cơ bản . Đơn vi dẫn xuất thông thường (Xem bảng)

http://tieulun.hopto.org

Đơn vị cơ bản. Đơn vị dẫn xuất thông thường

Đại lượng	Đơn vị		Biểu thị thêm của hệ SI	Biểu thị bằng hệ đơn vị phụ (US)	Đơn vị được sử dụng cùng với hệ SI hoặc sử dụng tạm thời		
	Tên	Kí hiệu			Tên	Kí hiệu	Giá trị đơn vị
1	2	3	4	5	6	7	8
Chiều dài	mét	m		(UB)	Angstrom (T)	A	$1A = 10^{-10}m$
					millemarin (T)		1mille = 1.852m
Diện tích	mét vuông	m^2		m^2	are (T)	are	$1are = 100m^2$
					hecta	ha	$1ha = 100.000 m^2$
Thể tích	mét khối	m^3		m^3	lít	l	$1l = 1 dm^3$
Góc phẳng	radien	rad		(US)	độ	o	$1° = (\pi/180rad)$
					phút		1phút = (1/60) °
					giây		1giây= (1/60)phút
Góc khối	stêradien	sr		(US)			
Thời gian	giây	s		(UB)	phút	phút	1phút = 60s
					giờ	h	1h = 60phút
			ngày	d	1d = 24h		
Tốc độ góc	radien/s	rad/s		rad/s			
Tốc độ	met/giây	m/s		m.s	noeud (T)	kn	1kn = 1.852m/h
Gia tốc	mét/giây^2	m/s^2		m/s^2			
Tần số	Hec	Hz		1/s			
Khối lượng	kilôgam	kg		(UB)	tấn	t	1t = 1.000kg
Mật độ	Kilôgam trên mét khối	kg/m^3		kg/m^3			
Khối lượng dòng chảy	kg trên giây	kg/s		kg/s			

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7	8
Lưu lượng dòng chảy	m^3 trên giây	m^3/s		m^3/s			
Động lượng	kg.m/s	kg.m/s		kg.m/s			
Mômen động	kilô gam mét vuông trên giây	$kg.m^2/s$		$kg.m^2/s$			
Mômen quán tính	kg.mét vuông	$kg.m^2$		$kg.m^2$			
Lực	niutơn	N	$kg.m/s^2$	$kg.m/s^2$			
Áp suất	patcan	Pa	N/m^2	kg/m^2	bar	bar	1bar = 10^5Pa
Độ nhớt động lực học	patcan giây	Pa.s	kg/m.s				
Độ nhớt động học	Mét vuông trên giây	m^2/s	m^2/s				
Năng lượng: công	Jun	J	N m	$m^2.kg/s^2$			
Công suất	wát	W	J/s	$m^2.kg/s^3$			
Nhiệt độ tuyệt đối	kenvin	K	(UB)				
Hệ số dãn nở dài		1/K					
Dẫn suất nhiệt		W/(m.k)			m.kg/s^3K		
Nhiệt khối		J/(kg-k)			m^2/s^2.K		
Entôpi		J/K			m^2 kg/ s^2 K		
Cường độ ánh sáng	Candela (nến)	cd			(UB)		
Luồng ánh sáng	lumen	lm			cd.sr		

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7	8
Độ rọi	lux	lx	lm/m^2		cd.sr/m^2		
Cường độ dòng điện	amper	A			(UB)		
Điện tích	culong	C	A.s		s.A		
Điện thế	vol	V	W/A		m^2.kg/S^{3}A		
Điện trường		V/m			mk.g/S^{2}A		
Điện dung	farad	F	C/V		s^4.A^2/kg.m^2		
Dòng điện cảm ứng		A/m			A/m		
Cảm ứng từ	weber	Wb	V.s		m^2.kg/S^2.A		
Cảm ứng	tesla	T	Wb/m^2		kg/s^2.A^2		
	henry	H	Wb/A		m^2.kg/s^2.A^2		
Điện trở	ohm	Ω	V/A		m^2/kg. s^3/A^2		
Độ dẫn điện		S	A/V		m^2/kg: s^3/A^2		
Điện trở suất		Ω.m			m^3.kg/s^3.A^2		
Suất dẫn điện		S/m			1/m^3.kg.A^2		
Số lượng vật chất	mole	mol			(US)		
Khối lượng phân tử gam		kg/mol			kg/mol		
Thể tích mol		m^3/mol			m^3/mol		
Nồng độ		kg/m^3			kg m^3		
Nồng độ mol		mol/m^3			mol/m^3		

http://tieulun.hopto.org

1.1.5. Các đơn vị nên hạn chế sử dụng

Đại lượng	Kí hiệu	Đơn vị C.G.S	Các đơn vị nen hạn chế sử dụng
1	2	3	4
Thể tích	m^3		1st = $1m^3$.
Khối lượng	kg		1cara = 200mg
Lực	N	dyn (1dyn = 10^{-5}N)	Kg (f) (1kg = 9,81N)
Mômen lực	Nm		m.kd (f)1mkg = 9,81Nm
Áp suất	Pa	1bar = 10^{-1}Pa	kg/cm. mm thuỷ ngân
Độ nhớt tuyệt đối	Pa.s	1P = 10^{-1}Pa.s	Poiseuille (Pl) (1Pl = 1Pa.s)
Độ nhớt động học	m^2/s	1St = $10^{-4}m^2/s$	
Năng lượng công, nhiệt lượng	J	1erg = 10^{-7}J	Kg (f).m (1kg.m = 9,81J)
			1cal = 4,187J
			1kcal = 1mth
			1kcal = 4187J
Công suất	W	$ergs^{-1}$ ($erg.s^{-1}$=10^{-10})	1kg.m/s = 9,81W
Dòng cảm ứng	Wb	1Mx = 10^{-5}Wb	
Mật độ cảm ứng	T	1Gs = 10^{-4}T	
Độ dẫn điện	S		1mho = 1S

1.2. Các đơn vị SI và hệ đơn vị cũ của Anh

1.2.1. Chiều dài

Kí hiệu		
in	inch	= 0,0254m
ft	foot = 12in	= 0.3048m
yd	yard = 3 ft	= 0,9144m
mile	Mile = 1766 yd	= 1,609km
m	mét	≈ 1,0936yd
		≈ 39,37in
		≈ 3,281ft
		$\approx 3'3\frac{3''}{8}$
km	kilômét	≈ 0,6215mi

http://tieulun.hopto.org

1.2.2. Diện tích

Kí hiệu			
in^2	inch vuông	≈ 6,4516	in^2
ft^2	phút vuông (144 in^2)	≈ 9,2903	dm^2
yd^2	iát vuông (9 ft^2)	≈ 0,83613	m^2
$mile^2$	đặm vuông (640acres)	≈ 2,5900	km^2
	acre (4roods) (4840yd^2)	≈ 0,40469	ha
cm^2	centimét vuông	≈ 0,1550	in^2
m^2	mét vuông	≈ 10.764	ft^2
dam^2, a	đề ca mét vuông hoặc a	≈ 119,6	yd^2
hm^2, ha	héctômét vuông hoặc hecta	≈ 2,47	1acres
km^2	kilômét vuông	≈ 0,3861	$mile^2$

1.2.3. Thể tích và dung tích

Kí hiệu			
in^3	inch khối	≈ 16,3871	cm^3
ft^3	pút khối	≈ 28,317	dm^3
yd^3	iát khối	≈ 0,7646	m^3
U.K. pt	panh Anh (4gin)	≈ 0,5683	*l*
U.K. qt	Chai (2U.K. pt)	≈ 1,1365	*l*
U.K. gal	ga lông (8U.K. pt)	≈ 4,5461	*l*
U.S. pt	panh chất lỏng (4gin)	≈ 0,4732	*l*
U.S. qt	chai 1/4 chất lỏng (2U.S. liq pt)	≈ 0,9464	*l*
U.S. gal	ga lông U.S. (4U.SA. liq pt)	≈ 3,7854	*l*
bbl	thùng U.S. = 42 U.S. ga lông	≈ 158,987	*l*
bu	bu sen U.S. (4peck)	≈ 35,2391	*l*
	trọng lượng tầu = 40ft^3	≈ 1,13267	m^3
	registered ton = 100ft^3	≈ 2,83168	m^3
	acre foot	≈ 1233,5	m^3

http://tieulun.hopto.org

Kí hiệu			
cm^3, ml	centimét khối hoặc mililít	≈ 0,0611	in^3
dm^3, lít	đêximét khối hoặc lít	≈ 0,0353	ft^3
	1lít = $1dm^3$, theo định nghĩa cũ thì thể	≈ 1,760	U.K. pt
	tích 1kg nước ở 4°C tương đương với	≈ 0,220	U.K. gal
	$1,000028dm^3$	≈ 2.113	U.S. pt
		≈ 0,264	U.S. gal
m^3, st	mét khối hoặc thước khối	≈ 35,30	ft^3
		≈ 1,3079	yd^3
		≈ 220	U.K. gal
		≈ 264	U.S. gal
		≈ 0,293	U.S. gal
		≈ 28,37	U.S. bu

1.2.4. Tốc độ

Kí hiệu			
in/s	inch trên giây	= 91,44	m/h
ft/s	pút trên giây	=1,09728	km/h
yd/s	iát trên giây	= 0,9144	m/s
mile/h	mile trên giờ	≈ 1,609	km/h
m/s	mét trên giây	≈ 3,280	km/h
m/h	mét trên giờ	≈ 3,280	ft/h
km/h	kilômét trên giờ	≈ 0,622	mile/h

1.2.5. Vận tốc lọc

Kí hiệu			
U.S. gal/ft^2.min	U.S. gal/min.sq.ft (U.S. gpm/sq ft)	≈ 2,445	m/h
U.K. gal/ft^2.min	U.K. gal/min.sq.ft (U.K. gpm/sq ft)	≈ 2,936	m/h
ft/min	cu.ft/min. sq.ft (ft^3/ft^2min)	≈ 18,29	m/h
m/h	mét trên giờ	≈0,0547	ft.min
		≈0,409	U.S.gpm/sq ft
		≈ 0,341	U.K. gpm/sq ft

http://tieulun.hopto.org

1.2.6. Khối lượng

Kí hiệu			
gr	grain	64,799	mg
oz	aoxơ	28,350	g
lb	pao = 16oz = 7.000gr	453,592	g
st	stin (14lb)	6,350	kg
qr	(28lb)	12,701	kg
cwt	(112lb)	50,802	kg
U.K. ton	(2.240lb)	1,016	t
sh. cwt	(USA) (100lb)	45,359	kg
sh.ton	(USA) (2.000lb)	0,907	t
kg	kilôgam	35,274	oz
		2,205	lb
t	tấn	19,684	cwt
		22,046	sh. cwt
		1,1205	sh.ton
		0,9842	U.K.ton

1.2.7. Lực

Kí hiệu			
pdl	pao	0,0138	daN
lbf	pao lực	0,448	daN
tolf	tấn lực (Anh) (2.240lbf)	996,402	daN
	tấn lực (USA) (2.000lbf)	889,644	daN

1.2.8. Áp suất, ứng suất

Kí hiệu			
lbf/in^2	pao lực trên ích vuông	6.894,76	Pa
hoặc psi		0,0689476	bar
		hoặc pao giờ hoặc daN/cm^2	
lbf/ft^2	pao lực trên pút vuông	47,87	Pa
tonf/in^2	(Anh)	154,44	bar
	(USA)	137,90	bar
in của nước	inch của nước	2,49	mbar
in của Hg	inch của thuỷ ngân	33,86	mbar
Pa	pát can (=1N/m^2)	0,0209	lbf/ft^2
bar	bar (=1hpz)	14,504	lbf/in^2
	atmotphe	14,696	lbf/in^2

http://tieulun.hopto.org

1.2.9. Độ nhớt

Kí hiệu			
pdl s/ft^2	độ nhớt tuyệt đối (pao giây trên pút vuông)	≅ 1,4882	Pa.s
in^2/s	độ nhớt động học (in sơ vuông trên giây)	≅ 6,452×10^{-4}	m^2/s

1.2.10. Mật độ và nồng độ

Kí hiệu			
lb/in^3	pao trên inch khối	27,6799	g/cm^3
lb/ft^3	pao trên pút khối	16,0185	kg/m^3
gr.U.K./gal	gơ rinh trên ga lông Anh	14,25	mg/l
gr.U.S./gal	gơ rinh trên ga lông Mỹ	17,12	mg/l
lb.U.K./gal	pao trên ga lông Anh	99,77	g/l
lb.U.S/gal	pao trên ga lông Mĩ	119,3	g/l
gr/in^3	gơ rinh trên inch khối	10.076	g/l
gr/ft^3	gơ rinh trên pút khối	2,296	mg/l
g/cm^3	gram trên centimét khối	0,036127	lb/in^3
kg/dm^3	kilôgam trên đêximét khối	62,427	lb/ft^3
mg/l	miligam trên lít	0,0703	gr.U.K./gal
g/m^3	gram trên mét khối	0,584	gr.U.S./gal
		0,4356	gr/ft^3

1.2.11. Năng lượng, công, nhiệt lượng

Kí hiệu			
fl pdl	pút. pao	0,04214	J
ft lbf	pút.pao lực	1,356	J
hp h	sức ngựa-giờ	2,685×10^6	J
		0,746	kWh
		0,641	th
B.T.U.	đơn vị của Anh	1.055,06	J
		0,293	Wh
		0,252	mth
	Therm (=10^{5}B.T.U.)	105.500	kJ
		25.200	kcal
J	jun (=10^{7}erg = 0,239cal)	23,72	ft pdl
		0,737	ft lbf

http://tieulun.hopto.org

Kí hiệu			
kJ	kilôgam Jun I ($=\frac{1}{36}$ Wh)	$0,3725\times10^{3}$	hp h
		0,948	B.T.U.
Wh	woát giờ (= 3.600J = 0,860mth)	3,41	B.T.U.
kWh	kilôwoát giờ (=3.600kJ)	1,34	hp h
cal	calo (=4,187J)		
kcal	kilôcalo (=1,163Wh)	3,97	B.T.U.
mth	mili téc mi	$1,56\times10^{-3}$	hp h
th	téc mi (= 10^{3} kcal)		

1.2.12. Nhiệt lượng

Kí hiệu			
B.T.U. /lb	téc mi trên pao (Anh)	2,326	J/g
		0,556	mth/kg
B.T.U/ft^3	téc mi trên pút khối (Anh)	37,259	kJ/m^3
		8,901	mth/m^3
kcal/m^3	kilô calo trên mét khối		
hoặc mth/m^3	mili téc mi trên mét khối	0,1124	B.T.U./ft^3

1.2.13. Công suất

Kí hiệu			
ft pdl/s	pút pao trên giây	0,04214	W
ft lbf/s	pút pao lực trên giây	1,35582	W
hp hoặc HP	mã lực (= 550ft lbf/s)	0,74570	kW
B.T.U./h	đơn vị nhiệt trên giờ (Anh)	0,2931	W
		0,252	mth/h
B.T.U/s	đơn vị nhiệt trên giây (Anh)	1,055	W
		0,252	mth/s
kW	kilôwoát	1,341	hp
		0,948	B.T.U./h
mth/h	mili nhiệt lượng trên giờ	3,968	B.T.U./h
mth/s	mili nhiệt lượng trên giây	3,968	B.T.U./s

http://tieulun.hopto.org

1.2.14. Chuyển đổi các đơn vị khác nhau

Áp suất

Đơn vị	Bar	Átmốtphe	mm thuỷ ngân	Mét cột nước	Patcan (S.I.)
Patcan	10^{-5}	$9,87\times10^{-6}$	0,0075	$1,02\times10^{-4}$	1
Bar	1	0,98692	749,75	10,1972	10^5
Átmốtphe bình thường	1,01325	1	760	10,3323	101.325
Kgf/cm^2	0,98066	0,96784	735,514	10	$9,81\times10^4$
Métа thuỷ ngân	1,33377	1,316	1.000	13,596	$1,33\times10^5$
Mét cột nước đến 4°C	0,09807	0,09678	73,551	1	$9,81\times10^3$

Năng lượng.

Đơn vị	Jun	kWh	kcal hoặc mth	hp h	B.T.U.
Jun	1	$27,78\times10^{-8}$	238×10^{-6}	$37,25\times10^{-8}$	948×10^{-6}
Kilôwoát giờ	$3,6\times10^6$	1	860	1,341	3413
Kilôcalo	4.186	116×10^{-6}	1	156×10^{-6}	3,968
Mã lực	268×10^6	0,746	641	1	2.545
Đơn vị nhiệt (Anh)	1.055	393×10^{-6}	0,252	393×10^{-6}	1

Lưu lượng

Đơn vị	m^3/h	m^3/s	*l*/s	1.000 m^3/d	ft^3/s
m^3/h	1	278×10^{-6}	0,2778	0,024	$9,81\times10^{-3}$
m^3/s	3.600	1	1.000	86,4	35,30
l/s	3,6	0,001	1	0,0864	$35,3\times10^{-3}$
1.000m^3/d	41,67	$11,6\times10^{-3}$	11,575	1	0,4085
ft^3/s	102	$28,3\times10^{-3}$	28.317	2,448	1
ft^3/mn	1,70	472×10^{-6}	0,472	0,0408	0,0167
U S. gpm	0,2271	$6,3\times10^{-5}$	0,0631	$5,45\times10^{-3}$	$2,233\times10^{-3}$
U.S. mgd	157,7	$43,810^{-3}$	43,80	3,785	1,546
U.K. gpm	0,2728	$7,58\times10^{-5}$	0,0758	$6,54\times10^{-3}$	$2,764\times10^{-3}$
U.K. mgd	189,42	$52,6\times10^{-3}$	52,61	4,545	1,857

http://tieulun.hopto.org

Đơn vị	ft³/mn	U.S. gpm	U.S. mgd	U.K. gpm	U.K. mgd
m^3/h	0,588	4,403	$6,34\times10^{-3}$	3,667	$5,28\times10^{-3}$
m^3/s	2118	15852	22,82	13198	19,00
//s	2 118	15,85	$22,8\times10^{-3}$	13,198	19×10^{-3}
$1.000m^3/d$	24,5	183,47	0.264	152,85	0,220
ft^3/s	60	449	0,647	374	0,538
ft^3/mn	1	7,48	0,0108	6,235	$8,98\times10^{-3}$
U.S. gpm	0,1336	1	$1,44\times10^{-3}$	0,833	$1,20\times10^{-3}$
U.S. mgd	92,80	694	1	578	0,832
U.K. gpm	0,1605	1.201	$1,73\times10^{-3}$	1	$1,44\times10^{-3}$
U.K. mgd	111,4	834	1.20	694	1

Ghi chú: Nhiệt độ: C. Nhiệt độ Celssíu

F . nhiệt độ Fahrenheit; $F = 32 + \frac{9}{5}C$; $C = \frac{5}{9}(F - 32)$

1.3. Các đơn vị khác

1.3.1. Đơn vị phóng xạ

• *Becquerel* (Bq): Là đơn vị đo độ phóng xạ. Nó tương đương với một phân rã của nguyên tử trong 1 giây. Người ta cũng dùng đơn vị curi. 1Curi (Ci) = 37.10^9Bq.

• *Gray* (Gy): Phép đo lượng bức xạ thu được hay liều lượng hấp thụ bởi người hay một khối lượng vật chất tính bằng Gray; 1Gray = 1Joul trong 1kilogam.

Ta sử dụng rad, 1Gy = 100rad.

• *Sierert* (Sv): Với cùng một liều lượng, hiệu ứng sinh ra bởi các bức xạ khác nhau lên con người thay đổi tuỳ theo bản chất và các bộ phận cơ thể. Nó được đo bằng sierest. Sierert tương đương với liều lượng hiệu dụng. Nếu EBR là hệ số tác động sinh học tương đối của bức xạ: 1Sv = 1Gy × EBR

Người ta cũng sử dụng đơn vị Rem: 1Sv = 100 Rem.

http://tieulun.hopto.org

1.3.2. Đơn vị dùng trong công nghiệp đường

• *Tỉ trọng*

Trọng lượng Brix: Đó là số gam đường saccaro trong 100g dung dịch;

Thể tích Brix: Đó là số lượng gam đường saccaro trong 100ml dung dịch.

Ghi chú: Thí nghiệm ở 15 ℃, nếu d là tỷ trọng của chất lỏng ở nhiệt độ 15 ℃, với tỷ trọng của nước ở nhiệt độ 4 ℃ được coi là đơn vị thì:

Brix thể tích = brix trọng lượng × d.

1.3.3. Đơn vị dùng trong công nghiệp sữa

• *Độ Dornic*

1độ Dornic bằng một đêxigam axít lactic trong 1lít chất lỏng.

2. TOÁN HỌC

2.1. Đại số - số học

• *Cấp số*

Một *cấp số cộng* có dạng:

a ; a + r ; a + 2r ; ..... a + (n - 1)r

Trong đó: a là số hạng đầu tiên; r là công sai.

Giá trị của số hạng p thứ n: p = a + (n - 1)r

Tổng của n số hạng đầu tiên: $S = \frac{(a+l)n}{2}$

Cấp số nhân có dạng: $a; a.q; aq^2; ....a.q^{n-1}$

Trong đó: a là số hạng đầu tiên; q là công bội.

Giá trị của số hạng thứ n: $p = a.q^{n-1}$

Tổng của n số hạng đầu tiên: $S = \frac{a(q^n - 1)}{q - 1}$

Tổng vô hạn các số hạng khi q < 1 là: $S = \frac{a}{1-q}$

• *Chỉnh hợp:* Chỉnh hợp chập m của n yếu tố

http://tieulun.hopto.org

$$A_m^n = m(m-1)(m-2)(m-3)...(m-n+1)$$

• *Hoán vị :* Hoán vị m yếu tố: $P_m = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times ... \times m = m!$

• *Tổ hợp:* Tổ hợp chập m từ n yếu tố:

$$C_m^n = \frac{m(m-1)(m-2)...(m-n+1)}{1.2.3.4.5....(n-1)n} = \frac{A_m^n}{n!}$$

• *Số tiền thu hồi sau n năm đầu tư*: $A = C.(1+r)^n$

Trong đó: A - Số tiền thu hồi sau n năm;

C - Vốn đầu tư ban đầu;

r - Lợi nhuận hàng năm của 1franc.

• *Số tiền phải trả hàng năm*: Nếu A là giá trị còn lại cuối cùng sau n năm đã trả mỗi năm giá trị là a thì:

Giá trị còn lại cuối cùng của năm tiếp theo là: $A = \frac{a(1+r)^n - 1}{r}$

• *Khấu hao*: $T = \frac{r}{(1+r)^n - 1}$; $a = \frac{V.r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = V(T+r)$

Trong đó: V - Tổng số tiền khấu hao;

n - Số năm;

T - Tỷ lệ khấu hao.

a - Tiền trả hàng năm cho khấu hao và lãi suất:

2.2. Các công thức lượng giác

• Các công thức cơ bản (đơn vị đo góc là radian)

$$\sin^2 a + \cos^2 a = 1; tga = \frac{\sin a}{\cos a}; \cot ga = \frac{1}{tga}; \sin a = \cos\left(\frac{\pi}{2} - a\right)$$

$$\cos a = \sin\left(\frac{\pi}{2} - a\right); tga = \cot g\left(\frac{\pi}{2} - a\right); \sin a = \sin(\pi - a);$$

$$\cos a = -\cos(\pi - a); tga = -tg(\pi - a);$$

$$\cos a = \frac{1}{\pm\sqrt{1 + tg^2 a}}; \sin a = \frac{tga}{\pm\sqrt{1 + tg^2 a}}.$$

http://tieulun.hopto.org

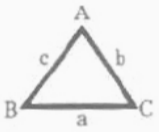
• *Hệ thức lượng của tam giác*

+ Tam giác bất kỳ:

$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = \pi$

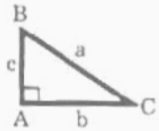
$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc.\cos A$

$\frac{a}{SinA} = \frac{b}{SinB} = \frac{c}{SinC}$



+ Tam giác vuông:

$\hat{A} = \frac{\pi}{2}$ $\qquad$ $\hat{B} + \hat{C} = \frac{\pi}{2}$



$a^2 = b^2 + c^2$; $b = a.\sin B = a.\cos C = c.tgB = c.\cot g\ C$;

$c = a.\cos B = a.\sin C = b.tgC = b.\cot gB$.

2.3. Các công thức hình học

2.3.1. Diện tích phẳng

• *Đa giác đều*

c - Cạnh;

R - Bán kính vòng tròn ngoại tiếp;

n - Số cạnh;

r - Bán kính vòng tròn nội tiếp;

S - Diện tích đa giác.



Tổng các góc của một đa giác : $(n - 2)\pi$

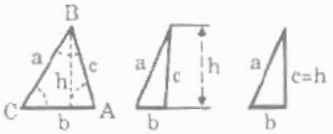
	R	r	c	S
Tam giác	0,577c	0,289c	1,732R hoặc 3,463r	0,433 c^2 hoặc 1,299R^2
Hình vuông	0,707c	0,500c	1,414R hoặc 2,000r	1,000c^2 hoặc 2,000R^2
Hình 5 cạnh	0,851c	0,688c	1,176R hoặc 1,453r	1,721c^2 hoặc 2,378R^2
Hình 6 cạnh	1,000c	0,866c	1,000R hoặc 1,155r	2,598c^2 hoặc 2,598R^2
Hình 7 cạnh	1,152c	1,038c	0,868R hoặc 0,963r	3,634c^2 hoặc 2,736R^2
Hình 8 cạnh	1,307c	1,208c	0,765R hoặc 0,828r	4,828c^2 hoặc 2,828R^2
Hình 9 cạnh	1,462c	1,374c	0,684R hoặc 0,728r	6,182c^2 hoặc 2,892R^2
Hình 10 cạnh	1,618c	1,540c	0,618R hoặc 0,649r	7,694c^2 hoặc 2,939R^2
Hình 11 cạnh	1,775c	1,703c	0,563R hoặc 0,587r	9,366c^2 hoặc 2,974R^2
Hình 12 cạnh	1,932c	1,866c	0,518R hoặc 0,536r	11,19c^2 hoặc 3,000R^2

http://tieulun.hopto.org

• *Tam giác*: $S = \frac{bh}{2} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$

$= \frac{abc}{4R} = pr = \frac{ab}{2}\sin C = \frac{ac}{2}\sin B = \frac{bc}{2}\sin A$.

Với: $p = \frac{a+b+c}{2}$;



R - Bán kính đường tròn ngoại tiếp;

r - Bán kính đường tròn nội tiếp.

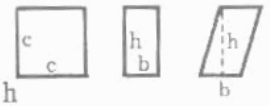
• *Hình vuông, hình chữ nhật, hình bình hành, hình thang và hình thoi*

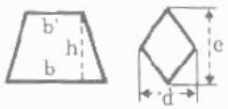
Hình vuông: $S = c^2$;

Hình chữ nhật: $S = bh$;

Hình bình hành: $S = \frac{b+b'}{2}h$;

Hình thoi: $S = \frac{d.e}{2}$.

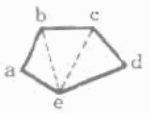




• *Đa giác không đều*

Ta chia các đa giác không đều thành các tam giác:

$S = S_{\Delta abc} + S_{\Delta bce} + S_{\Delta cde}$;



• *Đường tròn, hình quạt, đới, hình vành khăn, elip* α, β *tính bằng độ*

Diện tích hình tròn: $S = \pi D^2/4 = \pi R^2$;

Chu vi hình tròn: $2\pi R$;

Diện tích hình quạt: $S = \frac{\text{arcAB}.R}{2} = \frac{\pi R^2}{360}\alpha$;

Diện tích đới cầu: $S = \frac{\pi R^2 \beta}{360} - \frac{c}{2}(R-f) = \frac{R^2}{2}\left(\frac{\pi\beta}{180} - \sin\beta\right)$;

Chiều dài dây cung: $c = 2\sqrt{f(2R-f)} = 2R\sin\frac{\beta}{2}$;

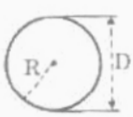
Chiều dài cung $(AB) = \frac{\pi R}{180}\alpha$

http://tieulun.hopto.org

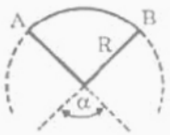
Độ võng: $f = R(1 - \cos\frac{\beta}{2}) = R \pm \sqrt{R^2 - \frac{c^2}{4}}$; α, β tính bằng độ.

Hình vành khăn: $S = \pi(R^2 - r^2) = \pi(R - r)(R + r)$.

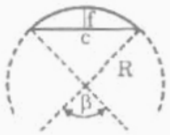
Hình elip: $S = \pi.a.b$.



Hình tròn



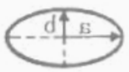
Hình quạt



Đới cầu



Vành khuyên



Elíp

2.3.2. Diện tích và thể tích các vật rắn

• *Hình lập phương*

Diện tích toàn phần: $S = 6a^2$;

Thể tích: $V = a^3$.



• *Khối hộp chữ nhật*: $S = 2(a.b + b.h + a.h)$;

$V = B.h = a.b.h$.



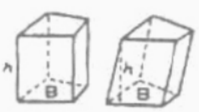
• *Khối trụ thẳng hay xiên*

$V = B.h$.

Trong đó:

B - Diện tích đáy;

h - Khoảng cách vuông góc với hai đáy.



• *Khối lăng trụ cụt*

Có đáy tam giác: $V = abc \times \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}$

Trong đó abc là diện tích tam giác đáy.



Có đáy hình tứ giác:

$$V = abcd \times \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}.$$



Trong đó abcd là diện tích tứ giác đáy.

http://tieulun.hopto.org

• *Khối có đáy là 2 hình chữ nhật song song:*

$$V = \frac{h}{2}\left[(2a + a')b + (2a'+a)b'\right]$$



Trong đó: *h* - Khoảng cách vuông góc giữa hai đáy

• *Khối có đáy đa diện song song*

$$V = \frac{h}{6}(B + B'+4B'')$$



Trong đó: h - Khoảng cách giữa hai đáy;

B và B' - Diện tích hai đáy;

B" - Diện tích song song với hai đáy đi qua điểm giữa của h.

• *Khối lăng trụ cụt có đáy là hình năm cạnh*

$V = abcde \times h.$

Trong đó abcde là diện tích đáy của hình năm cạnh.

• *Khối trụ tròn*

- Khối trụ tròn thẳng: $V = \frac{\pi d^2}{4}h$



- Khối trụ có tiết diện xiên: $V = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{h_1 + h_2}{2}$



- Khối trụ xiên có đáy song song: $V = S'.h.$

- Khối trụ có đáy bất kỳ: $V = S.gg_1$ (S - Tiết diện thẳng; gg_1 - Khoảng cách giữa hai đáy).

• *Khối chóp và khối chóp cụt có đáy song song*

- Khối chóp: $V = \frac{1}{3}B.h$



Trong đó: B - Diện tích mặt đáy;

h - Khoảng cách từ đỉnh tới đáy.

- Khối chóp cụt có đáy song song



$$V = \frac{1}{3}h.\left(B + b + \sqrt{Bb}\right)$$

http://tieulun.hopto.org

Trong đó: B và b - Diện tích đáy lớn và đáy nhỏ;

h - Khoảng cách hai đáy.

• *Hình nón và hình nón cụt*

- Hình nón thẳng đứng có đáy là hình tròn:

$S = \pi Rl$;

- Hình nón tròn thẳng đứng hoặc nghiêng:

$V = \pi r^2 \frac{h}{3}$;



- Hình nón không tròn thẳng đứng hoặc nghiêng:

$V = B \times \frac{h}{3}$



Trong cả hai trường hợp, thì h là khoảng cách từ đỉnh tới mặt phẳng đáy.

- Hình nón cụt có hai đáy song song:

$V = \frac{1}{3} h\left(B + b + \sqrt{Bb}\right)$;



Trong đó:

- B và b là diện tích hai đáy;

- h là khoảng cách giữa hai mặt phẳng đáy.

• *Hình cầu, quạt cầu, chỏm cầu; đới cầu*

- Hình cầu:

Tổng diện tích: $4\pi r^2$;



Thể tích: $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi d^3}{6}$

- Quạt cầu:

Tổng diện tích: $\frac{\pi r}{2}(4h + d)$;



Thể tích: $\frac{2}{3}\pi r^2 h = 2{,}0944\ r^2 h$.

http://tieulun.hopto.org

- Chỏm cầu:

Diện tích mặt bên: $2\pi rh = \frac{\pi}{4}\left(d_2 + 4h^2\right)$;



Thể tích: $V = \pi h^2\left(r - \frac{1}{3}h\right) = \pi h\left(\frac{d^2}{8} + \frac{h^2}{6}\right)$;

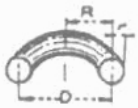
- Đới cầu:



Diện tích bên: $2\pi rh$;

Thể tích: $V = \frac{1}{6}\pi h\left(3R_1^2 + 3R_2^2 + h^2\right)$.

• *Hình vành khuyên*



Diện tích $S = 4\pi^2 Rr$;

Thể tích: $V = 2\pi^2 r^2 R$

• *Hình thùng tônô*



Thể tích gần đúng: $V = 0{,}2621(2D^2 + d^2)$;

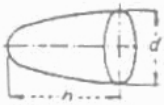
• *Hình bầu dục*: $V = \frac{4}{3}\pi a^2 b$ hoặc $V = \frac{4}{3}\pi ab^2$.

Tuỳ theo vòng tròn đó xoay quanh trục lớn hay trục bé:
a = 1/2 của trục lớn; b = 1/2 của trục bé.

• *Hình elíp có ba trục*: $V = \frac{4}{3}\pi abc$.



• *Hình parabon tròn xoay*: $V = \frac{\pi d^2 h}{8}$.



• *Diện tích sinh ra bởi một đường cong trên mặt phẳng quay xung quanh một trục nằm trong mặt phẳng đó và không cắt nó*: $S = 2\pi rl$.

Trong đó: l - Chiều dài biến thiên của đường cong;

r - Bán kính của đường tròn được vẽ từ trọng tâm.



• *Thể tích sinh ra bởi một diện tích xoay xung quanh một trục nằm trong mặt phẳng đó và không cắt nó*: *Thể tích* $V = 2\pi rS$.

Trong đó: S - Diện tích;

r - Bán kính của đường tròn được vẽ từ trọng tâm.



http://tieulun.hopto.org

2.4. Các hệ số thường dùng trong tính toán

π	3,14159	$1/\pi$	0,31831	$\sqrt{\frac{2}{\pi}}$	0,79788	$1/\sqrt{3} =$	0,57735
$\lg\pi$	0,49715	$2/\pi$	0,63662	π^2	9,86960	e	2,718282
2π	6,28318	$3/\pi$	0,95493	π^4	31,00628	$\ln a$	$\lg a/\lg e$
3π	9,42478	$\sqrt[3]{\pi}$	1,77245	$\sqrt{\pi}$	1,77245	$\lg e$	0,43429
$\pi/2$	1,57080	$1/\sqrt{\pi}$	0,56418	$\sqrt{2}$	1,41421	$1/e$	0,367879
$\pi/3$	1,04720	$\sqrt{\frac{1}{2\pi}}$	0,39894	$\sqrt{3} =$	1,73205	$1/\lg e$	2,30259
$\pi/5$	0,62832	$\sqrt{\frac{3}{2\pi}}$	0,69099	$1/\sqrt{2}$	0,70710		

2.5. Thống kê

Kí hiệu gạch ngang (-) trên các biểu thức là giá trị trung bình

2.5.1. Các định nghĩa.

• *Tổng*

Cho N giá trị $X_1, X_2, \ldots X_j \ldots X_n$

$$\text{Tổng } \sum_{j=1}^{N} X_j = X_1 + X_2 + \ldots X_j \ldots X_n = \sum X$$

• *Trung bình cộng*

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

• *Trung bình cộng có trọng số*

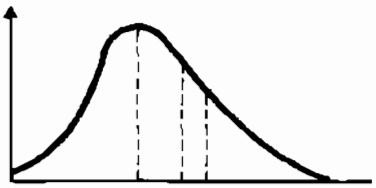
$$\overline{X} = \frac{W_1X_1 + W_2X_2 + \ldots + W_nX_n}{W_1 + W_2 + \ldots + W_n} = \frac{\sum WX}{\sum W}$$

http://tieulun.hopto.org

• *Số trung vị*: Số trung vị của một tập hợp số sắp xếp theo thứ tự tăng dần là giá trị ở giữa hay trung bình cộng của hai giá trị trung tâm (trường hợp một cặp giá trị).

• *Mode*: Mode của một tập hợp số là số mà ta thường gặp nhất, nghĩa là nó có tần suất lớn nhất. Mod có thể không tồn tại hay không phải là duy nhất.

Quan hệ thực nghiệm giữa giá trị trung bình, số trung vị và mod như ở hình dưới.



Giá trị mod

Đối với đường cong trên, ta có quan hệ thực nghiệm.

Giá trị trung bình - giá trị Mod = 3(Giá trị trung bình - Số trung vị).

• *Trung bình nhân*

$$G = \sqrt[N]{X_1.X_2...X_n} = (X_1.X_2...X_n)^{1/N}.$$

• *Trung bình hoà hợp*

$$H = \frac{N}{\sum 1/X}.$$

• *Trung bình quân phương*

$$MQ = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N}}.$$

• *Sai lệch trung bình EM*

$$EM = \frac{\sum_{J=1}^{N} |X_J - \bar{X}|}{N} = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{N} = |X - \bar{X}|.$$

• *Sai lệch S*

Đối với n số, nếu $x = X - \bar{X}$ (sai lệch của số với giá trị trung bình), thì:

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}.$$

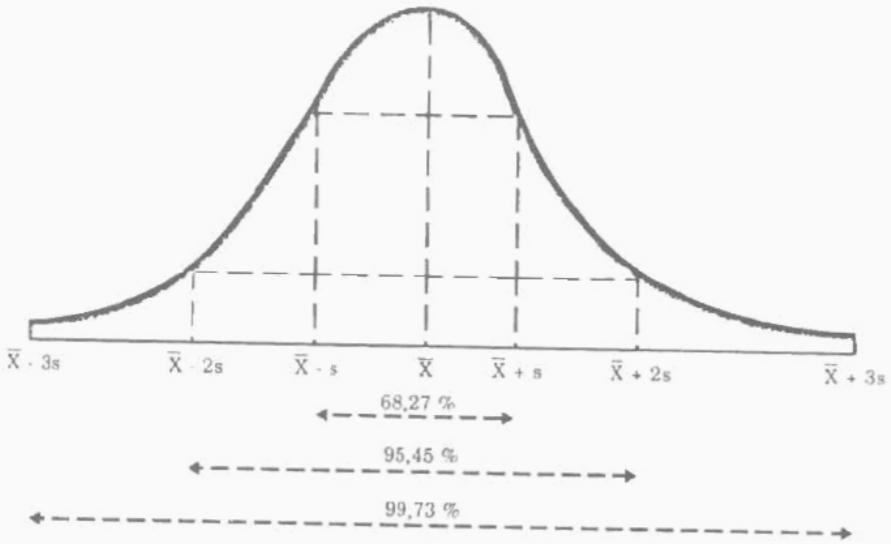
• *Phương sai*: $V = s^2$

2.5.2. Tính chất của sai lệch chuẩn S

Đối với phân bố chuẩn hay phân bố Laplace - Gauss (hình 217) chỉ có 68.27% các trường hợp nằm giữa $\bar{X}$ - s và $\bar{X}$ + s; 95% trường hợp nằm giữa $\bar{X}$ - 2s và $\bar{X}$ + 2s; 99,73% trường hợp nằm giữa $\bar{X}$ - 3s và $\bar{X}$ + 3s. Số

http://tieulun.hopto.org

phần trăm này có giá trị gần đúng đối với các phân phối không có đối xứng nhẹ, ta có quan hệ thực nghiệm sai lệch trung bình $= \frac{4}{5}$ (sai lệch chuẩn).



Hình 217. *Đường cong phân bố chuẩn (Laplace - Gauss)*

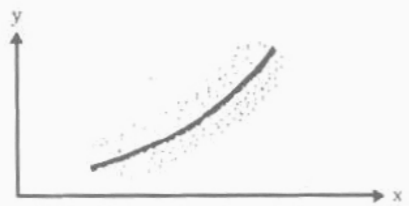
2.5.3. Hiệu chỉnh đường cong bằng phương pháp đồ thị

Từ một đồ thị gồm nhiều điểm phân tán, ta có thể biểu diễn chúng bằng một đường cong liên tục gần đúng với các dữ liệu. Đó là đường cong hiệu chỉnh.

2.5.3.1. Phương pháp bình phương nhỏ nhất.

- *Định nghĩa*

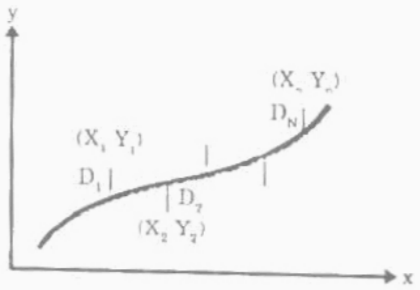
Trong tất cả các đường cong gần với tập hợp các dữ liệu đường cong hiệu chỉnh là phù hợp nhất và nó được kiểm tra tính chất sau (hình 218), $D_1^2 + D_2^2 + ... + D_N^2$ nhỏ nhất. Ta gọi là đường cong bình phương nhỏ nhất.



- *Đường thẳng hồi quy theo phương pháp bình phương nhỏ nhất*

Cho một tập hợp các số liệu của N điểm (X_1, Y_1); (X_2, Y_2)....(X_n, Y_n)

http://tieulun.hopto.org



Hình 218

$$(1)\ Y = a_0 + a_1 X\ ;\ (2)$$

$$X = b_0 + b_1 Y.$$

$$a_0 = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \sum XY}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Để nhận được các hệ số b_0, b_1 ta thay vào công thức trên a bằng b, X bằng Y và Y bằng X

Ta đặt $x = \overline{X} - X$ và $y = Y - \overline{Y}$ phương trình (1) và (2) trở thành:

$$y = \frac{\sum xy}{\sum x^2} x$$

$$x = \frac{\sum xy}{\sum y^2} y$$

• *Đường cong parabôn hồi quy theo phương pháp bình phương nhỏ nhất*

Cho tập hợp các điểm $N(X_i, Y_i)$; $1 \le i \le N$; $Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$

Để tìm được các hệ số a_0, a_1, a_2 cần phải giải hệ phương trình sau:

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum X + a_2 \sum X^2$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum X^3$$

$$\sum X^2 Y = a_0 \sum X^2 + a_1 \sum X^3 + a_2 \sum X^4$$

2.5.3.2. Sai số quân phương trung bình

Gọi Yest là giá trị ước tính của Y từ (1), người ta định nghĩa mức độ tản xung quanh đường thẳng hồi quy Y trong X bằng số lượng:

$$S_{YX} = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{N}}$$

Nó được gọi là độ lệch tiêu chuẩn của Y gắn với X

http://tieulun.hopto.org

$$S^2_{YX} = \frac{\sum Y^2 - a_0 \sum Y - a_1 \sum XY}{N}$$

2.5.3.3. Độ lệch tường minh và thặng dư, hệ số tương quan

a) Độ lệch toàn phần: $\sum (Y - \overline{Y})^2 = \sum (Y - Yest)^2 + \sum (Yest - \overline{Y})^2$

Trong đó: $\sum (Y - Yest)^2$ - Độ lệch thặng dư;

$\sum (Yest - \overline{Y})^2$ - Độ lệch tường minh.

b) Ta gọi hệ số định thức là tỷ số giữa độ lệch tường minh và độ lệch toàn phần, ta có thể viết:

$$r^2 = \frac{\sum (Yest - \overline{Y})^2}{\sum (Y - \overline{Y})^2} \text{ với } 0 \le r^2 \le 1$$

Còn hệ số tương quan r là căn bậc 2 của biểu thức trên, r là một số không thứ nguyên thay đổi giữa -1 và +1

3. HOÁ HỌC VÀ CHẤT PHẢN ỨNG

3.1. Tổng quan về những khái niệm về hoá học

Ta gọi nguyên chất là chất mà các hằng số vật lí như nhau đối với bất kỳ kích thước mẫu nào.

Phân tử là phần tử nhỏ nhất của một nguyên chất có tất cả tính chất lí-hoá của chất đó.

Phân tử có thể bị phân li bằng phương pháp hoá học. Năng lượng sử dụng lớn. Phân tử được tạo bởi:

- Các nguyên tử như nhau đối với một đơn chất;

- Các nguyên tử khác nhau đối với một hợp chất.

Các hạt cơ bản của một nguyên tử là electron, proton và notron

- Electron là một hạt có điện tích âm: $-e = -1,6.10^{-19}$ culông. Khối lượng tính bằng $9,107.10^{-31}$kg. Điện tử có một mômen quay (spin) do quay xung quanh trục của mình, nó tạo ra một mômen từ lưỡng cực đối với phần lớn các chất thuận từ;

http://tieulun.hopto.org

- Proton là một hạt mang điện tích dương ($+e = +1,6.10^{-19}$ culong) có khối lượng gấp 1836 lần khối lượng một electron;

- Nơtron là một hạt không mang điện, có khối lượng gần bằng khối lượng hạt proton;

- Nguyên tử là một tập hợp các hạt cơ bản có đường kính cỡ 0,1 đến 0,5nanomet. Nó gồm:

- Một nhân chứa Z proton và N nơtron, điện tích của hạt nhân là Ze^+. Kích thước của hạt nhân cỡ 10^{-5} namomet. Từ hạt nhân được dùng để chỉ hoặc proton hoặc nơtron. Nhân là phần nặng của nguyên tử thường bền vững với tác động hoá học.

- Đám mây Z electron tích điện âm -Ze trong một nguyên tử luôn trung hoà điện, các electron bị hút bởi hạt nhân và chúng chuyển động nhanh trong một khoảng trống nào đó cỡ một phần nanomét xung quanh nhân và chiếm một mức năng lượng lượng tử. Chúng có thể chuyển từ mức năng lượng này sang mức năng lương khác bằng cách nhận thêm hoặc phát ra một photon.

Một photon là một lượng tử năng lương, nghĩa là nó vận chuyển một "hạt năng lượng". Nếu v là tần số của một bức xạ thì năng lượng của photon được tính bằng: E = hv, trong đó h là hằng số planhck, $h = 6,63.10^{-34}$Js.

3.1.1. Số thứ tự nguyên tử, chất đồng vị

Ta gọi số thứ tự nguyên tử là số prôton trong nhân và khối lượng A là tổng Z + N (số các hạt của nhân).

Khối lượng nguyên tử bằng số khối nhân với khối lượng của các hạt. Hai nguyên tử của cùng một nguyên tố hoá học chỉ khác nhau bởi số nơtron được gọi là đồng vị.

Các nguyên tử đồng vị có cùng tính chất hoá học vì chúng có cùng số electron. Chỉ có động học của chúng là khác nhau. Như vậy, tập hợp các nguyên tử đối với một chất sao cho: Z = 8, tạo thành nguyên tố ôxy. Người ta phân biệt các chất đồng vị bằng cách viết số hạt nhân *A* ở phía trên còn bên trái là ký hiệu nguyên tử.

Ví dụ: ^{1}H: hydrô nhẹ; ^{2}H: hydrô nặng; ^{3}H: triti; ^{35}Cd và ^{17}Cl.

3.1.2. Khối lượng nguyên tử của các nguyên tố - Mol

Trong hoá học cổ điển một cách gần đúng, khối lượng một nguyên tử bằng tổng tất cả khối lượng các hạt. Khối lượng này rất nhỏ, nên sử dụng không thuận tiện, nó đã được quy ước từ khối lượng của một nguyên tử nào đó. Hạt nhân của ^{12}C đã được chọn là nguyên tố gốc (hội nghị lần thứ 14 về

http://tieulun.hopto.org

cân và đo 1971). Mol được định nghĩa là số lượng vật chất của một hệ có số nguyên tử trong 12g cácbon ^{12}C. Số nguyên tử chứa trong một mol bằng $6,023.10^{23}$ (số Avogadrô).

Khối lượng của một mol cacbon ^{12}C là 12g, còn khối lượng mol nguyên tử clo bằng 35,453g. Số lượng vật chất chứa trong 1 kg H_2O bằng 55,533mol.

Người ta xác định khối lượng mol của một vật thể bằng số lượng vật chất chứa đựng thường xuyên trong vật thể đó và được biểu thị bằng g/mol. Có thể sử dụng đơn vị mở rộng dalton.

Dalton là khối lượng đồng vị ^1H. Tính chất của các nguyên tố hoá học không phải là ngẫu nhiên, mà nó phụ thuộc vào cấu trúc điện tử của nguyên tử. Hai nguyên tử khác nhau nhưng có lớp điện tử ngoài cùng giống nhau, sẽ có tính chất hoá học cùng một nhóm, như nhóm kim loại kiềm, nhóm halozen,...Hình 219 đề cập tới sự phân tích này.

3.1.3. Công thức của hợp chất

Hợp chất được biểu diễn bằng các công thức bao gồm các ký hiệu của các nguyên tố thành phần. Khi số nguyên tử của hợp chất khác nhau thì ký hiệu được viết kèm theo các chỉ số nguyên, thể hiện phần của các nguyên tử trong hợp chất. Ví dụ H_2O. Bảng 54 cho khối lượng mol của các muối chính dùng trong xử lý nước.

Đối với các chất hữu cơ thường chỉ ra bằng cách nào một nhóm nhất định các nguyên tử được liên kết bên trong phân tử - ví dụ axít axetic CH_3COOH, chỉ ra nhóm CH_3 được gắn vào nguyên tử cacbon C, tự nó mang nguyên tử oxy và nhóm OH^-

3.1.4. Quy định viết các công thức

Các quy định hoàn chỉnh có liên quan đến cách gọi tên hoá vô cơ được công bố trong Hội Hoá học Pháp (2/1975).

• (2.5); Trong các công thức, các cation được đặt ở vị trí thứ nhất, ví dụ KCl, $CaSO_4$. Nếu hợp chất chứa hơn một cấu phần mang điện tích dương hoặc điện tích âm, thì ký hiệu bên trong của mỗi lớp có thể bố trí theo thứ tự a, b, c của các kí hiệu. Các axít được coi như là các muối của hydrô, ví dụ H_2SO_4 và H_2PtCl_6, đối với vị trí của hydrô, xem phần 6.2. và 6.3.2.3.

• (2.16.1); Trong trường hợp hợp chất chứa hai nguyên tố không phải là kim loại, thì thành phần đứng đầu lấy theo danh sách sau: B, Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F. Ví dụ: NH_3, H_2S, SO_2, ClO_2, OF_2.

http://tieulun.hopto.org

	Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII		Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	O	
1	1 H 1.0049																2 He 4.00260	1
2	3 Li 6.941	4 Be 9.01218										5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.179	2
3	11 Na 22.9898	12 Mg 24.305										13 Al 26.9815	14 Si 28.086	15 P 30.9738	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	3
4	19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.90	23 V 50.9414	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.546	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	4
5	37 Rb 35.4673	38 Sr 87.62	39 Y 18.9059	40 Zr 91.22	41 Nb 93.9064	42 Mo 95.94	43 Tc 98.9062	44 Ru 101.07	45 Rh 102.9055	46 Pd 106.4	47 Ag 107.868	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.9045	5
6	55 Cs 132.9055	56 Ba 137.34	57 La 138.9055	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.22	78 Pt 195.09	79 Au 196.9665	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.2	83 Bi 208.9806	84 Po (209)	85 At (210)	6
7	87 Fr (223)	88 Ra 226.0254	89 Ac (227)														86 Rn (222)	7

	58 Ce 140.12	59 Pr 140.9077	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.9254	66 Dy 162.50	67 Ho 164.9303	68 Er 167.26	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97	6
	90 Th 232.0381	91 Pa 231.0359	92 U 238.029	93 Np 237.0482	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 BK (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (256)	7

Hình 219. Bảng tuần hoàn các nguyên tố

http://tieulun.hopto.org

• (6.2.); Muối chứa các nguyên tử hydrô axít, tên của các muối này được tạo bằng cách thêm tiền tố hydrô vào tên của anion để chỉ ra lớp trong muối này. Các muối như thế cũng không thể tự nhiên gọi là các muối axít được. Ví dụ: $NaHCO_3$: Hydrô cacbonat natri; LiH_2PO_4: Hydrô phôtphát liti; KHS: Hydrô sunphát kali.

• (6.3.); Các muối kép hai, ba.

• (6.3.1.); Trong các công thức, tất cả các cation phải đặt trước các anion.

• (6.3.2.1.); Các cation khác không phải là hydrô phải được dẫn ra theo thứ tự a, b, c, thứ tự này cũng có thể khác nhau trong các công thức và trong các tên. Ví dụ: $KNaCO_3$: Cacbonát của kali và natri.

• (6.3.2.3.); Hydrô axít: hydrô được viết cuối cùng trong các cation khi mà (6.2.) không được áp dụng. Ví dụ: $NaNH_4HPO_4$. $4H_2O$: Hydrô phốtphát của ni tơ và natri với 4 phân tử nước.

• (6.3.3.); Các anion phải được viết theo thứ tự a, b, c, các thứ tự này có thể khác nhau trong các công thức và tên.

3.1.5. Tính toán nồng độ

3.1.5.1. Mili đương lượng

Để đơn giản tính toán thông thường, người ta đánh giá kết quả phân tích không phải bằng gam/lít mà là đượng lượng g/*l* với ước số là: mili đương lượng (meq/*l*).

Ví dụ: khối lượng mol: mol của clo là 35,5 g, nếu nước chứa 2g clo/lít, ta có thể tính kết quả: $\frac{2 \times 1}{35,5} = 0,056$ đương lượng gam.lít (hay 56 mili đương lượng g/*l*).

Nếu có một nguyên tố đa hoá trị, thì đơn vị nồng độ (meq/*l*) có giá trị là khối lượng mol chia cho số hoá trị (mg/*l*). Ví dụ: đối với canxi có hoá trị 2 có khối lượng mol là 40g thì nồng độ của một miligam đương lượng tương ứng là: 40/2 = 20mg/*l*.

Ưu điểm của khái niệm này là cho phép tính toán tức thời nồng độ muối. Nếu ở ví dụ trên, nước chứa 56mili đương lượng gam clo/1lít, thì một dung dịch clorua canxi nguyên chất, có nồng độ $CaCl_2$ là:

$$0,056\left(\frac{40}{2} + \frac{35,5}{1}\right) = 3,1\ g/l$$

http://tieulun.hopto.org

Bảng 54. Khối lượng mol của các muối kết tinh chủ yếu

Các chất	Công thức	Khối lượng mol (g/mol)
1	2	3
Sunphat nhôm	$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$	666,4
Amoni nitrat	NH_4NO_3	80,0
Amoni nitrit	NH_4NO_2	64,0
Amoni sunphat	$(NH_4)_2SO_4$	132,1
Clorua bạc	AgCl	143,3
Bari hydroxít	$Ba(OH)_2.8H_2O$	315,5
Bari sunphat	$BaSO_4$	233,0
Bari clorua	$BaCl_2.2H2O$	244,3
Cacbonat canxi	$CaCO_3$	101,1
Hydrogeno cacbonat	$Ca(HCO_3)_2$	162,1
Clorua canxi	$CaCl_2.6H_2O$	219,1
Clorua sunphat	$CaSO_4.2H_2O$	172,2
Sunphat đồng	$CuSO_4.5H_2O$	249,7
Clorua sắt III	$FeCl_3.6H_2O$	270,3
Sunphat sắt III	$FeSO_4.7H_2O$	278,0
Sunphat sắt III	$Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$	562,0
Magiê cacbonat	$MaCO_3$	84,3
Magiê Clorua	$MgCl_2.6H_2O$	203,3
Magê sunphat	$MgSO_4.7H_2O$	246,5
Mangan hydroxít	$Mn(OH)_2$	89,0
Mangan cacbonat	$MnCO_3$	115,0
Chì - cacbonat	$PbCO_3$	267,2
Chì sunphat	$PbSO_4$	303,2
Kali nitrat	KNO_3	101,1
Kali permanganat	$KMnO_4$	158,0
Kali phốtphát	K_3PO_4	212,3
Natri aluminat	Na_2AlO_4	137

http://tieulun.hopto.org

1	2	3
Natri hydrogenocabonat	$NaHCO_3$	84
Natri cacbonat	Na_2CO_3	106,0
-	$Na_2CO_3.10\ H_2O$	286,1
Natri clorua	NaCl	58,4
Natri monohydrogenophôtphát	$Na_2HPO_4.12H_2O$	358,1
Natri orthophotphat	$Na_3PO_4.12H_2O$	380,1

Và liều lượng canxi tương ứng bằng: $0,056\ \frac{40}{2} = 1,1\ g/l$.

Thong thường người ta không cần biết chi tiết sự khác nhau của muối hoà tan, mà là sự cân bằng các anion và cation. Khái niệm về đương lượng cho phép biết một cach nhanh chóng cân bằng này.

3.1.5.2. Nồng độ dung dịch tính bằng độ

Khái niệm đương lương và miligam đương lượng có thuận lợi với quốc tê, nhưng việc sử dụng độ cũng hay được dùng.

Bảng 55. Nồng độ các dung dịch

	Công thức	Khối lượng mol	Giá trị của đơn vị khác		
			mg đương lượng	Độ của nước Pháp	$CaCO_3$ ppm
1	2	3	4	5	6
1. Muối và oxit canxi, magê tham gia vào độ cứng của nước (chuẩn độ cứng của nước)					
Cacbonat canxi	$CaCO_3$	100	50	10,0	1,00
Hydrogenocacbonat canxi (bicacbonat canxi)	$Ca(HCO_3)_2$	162	81	16,2	1,62
Suphat canxi	$CaSO_4$	136	68	13,6	1,36
Clorua canxi	$CaCl_2$	111	55,5	11,1	1,11
Nitrat canxi	$Ca(NO_3)_2$	164	82	16,4	1,64
Vôi sống	CaO	56	28	5,6	0,56
Vôi tôi	$Ca(OH)_2$	74	37	7,4	0,74

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
Cacbonat magiê	$MgCO_3$	84	42	8,4	0,84
Hydrogenocacbonat (bicacbonat magiê)	$Mg(HCO_3)_2$	146	73	14,6	1,46
Sufat magiê	$MgSO_4$	120	60	12,0	1,20
Clorua magiê	$MgCl_2$	95	47,5	9,5	0,95
Nitrat magiê	$Mg(NO_3)_2$	148	74	14,8	1,48
Oxit magiê	MgO	40	20	4,0	0,40
Hydroxyt magiê	$Mg(OH)_2$	58	29	5,8	0,58
2 Anion					
Cacbonat	CO_3	60	30	6,0	0,60
Bicabonat	HCO_3	61	61	12,2	1,22
Sunphat	SO_4	96	48	9,6	0,96
Sunphit	SO_3	80	40	8,0	0,80
Clorua	Cl	35,5	35,5	7,1	0,71
Nitrat	NO_3	62	62	12,4	1,24
Nitrit	NO_2	46	46	9,2	0,92
Orthophotphat	PO_4	95	31,6	6,32	0,632
Silicat	SiO_2	60	60	12,0	1,20
3 Axit					
Sunfuaric	H_2SO_4	98	49	9,8	0,98
Clohydric	HCl	36,5	36,5	7,3	0,73
Nitric	HNO_3	63	63	12,6	1,26
Orthophotpric	H_3PO_4	98	32,7	6,5	0,65
4 Cation và oxyt					
Canxi	Ca	40	20	4,0	0,40
Magiê	Mg	24,3	12,1	2,4	0,24
Natri	Na	23	23	4,6	0,46
	Na_2O	62	31	6,2	0,62
Kali	K	39	39	7,8	0,78
Sat (II)	Fe	55,8	28	5,6	0,56
Sắt (III)	Fe	55,8	18,6	3,7	0,37
	Fe_2O_3	159,6	26,6	5,3	0,53
Nhôm	Al	27	9	1,8	0,18
	Al_2O_3	102	17	3,4	0,34
5. Bazơ					
Amôn	NH_4	18	18	3,6	0,36
Xút	$NaOH$	40	40	8,0	0,80
Potat	KOH	56	56	11,2	1,12
Amoniac	NH_4OH	35	35	7,0	0,70

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
6. Các muối khác					
Muối hydrogenocarbonate (muối của bicarbonate)	$NaHCO_3$	84	84	16,8	1,68
Muối carbonat	Na_2CO_3	106	53	10,6	1,06
Muối sulphat	Na_2SO_4	142	71	14,2	1,42
Muối clorua	NaCl	58,5	58,5	11,7	1,17
Muối phôtphát	Na_3PO_4	164	54,7	10,9	1,09
Muối silic	Na_2SiO_3	122	61	12,2	1,22
Kali cacbonnát	K_2CO_3	138	69	13,8	1,38
Kali hydro cacbonnát	$KHCO_3$	100	100	20	2,00
Kali sunfat	K_2SO_4	174	87	17,4	1,74
Kali clorua	KCl	74,5	74,5	14,9	1,49
Sắt (II) sunfat	$FeSO_4$	152	76	15,2	1,52
Sắt (III) sunfat	$Fe_2(SO_4)_3$	400	66,6	13,3	1,33
Sắt (III) clorua	$FeCl_3$	162,5	54,2	10,8	1,08
Nhôm sunfat	$Al_2(SO_4)_3$	342	57	11,4	1,14
Nhôm clorua	$AlCl_3$	133,5	44,5	8,9	0,89
Kali pecmanganat	$KMnO_4$	158	158	31,6	3,16

3.2. Các hằng số đặc trưng của dung dịch

3.2.1. Tỷ trọng

Bảng 56. Sự tương ứng giữa tỷ trọng và nồng độ dung dịch

axit và bazơ (gam sản phẩm nguyên chất/lít dung dịch ở 15°C)

Tỷ trọng	H_2SO_4	HCl	HNO_3	NaOH	Amoniac	
					Tỷ trọng	NH_3
1	2	3	4	5	6	7
1,000	1,2	2	1,6	0,8	0,998	4,5
1,005	8,4	12	10,7	5	0,996	10
1,010	15,7	22	20	10	0,994	13,6
1,015	23	32	28	14	0,9915	0,8
1,020	31	42	38	19	0,990	22,9

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7
1,025	39	53	47	23	0,9875	29,6
1,030	46	64	56	28	0,986	32,5
1,040	62	85	75	38	0,983	39,3
1,050	77	107	94	47	0,982	42,2
1,060	93	129	113	57	0,979	49
1,070	109	152	132	67	0,978	51,8
1,080	125	174	151	78	0,974	61,4
1,090	142	197	170	88	0,970	70,9
1,100	158	220	190	99	0,966	80,5
1,120	191	267	228	121	0,926	89,9
1,140	223	315	267	143	0,958	100,3
1,160	257	366	307	167	0,954	110,7
1,180	292	418	347	191	0,950	121
1,200	328	469	388	216	0,946	131,3
1,220	364		431	214	0,942	141,7
1,240	400		474	267	0,938	152,1
1,260	436		520	295	0,934	162,7
1,280	472		568	323	0,930	173,4
1,300	509		617	352	0,926	184,2
1,320	548		668	382	0,923	188
1,340	586		711	412	0,922	195,7
1,360	624		780	445	0,918	205,6
1,380	665		843	478	0,914	216,3
1,400	701		911	512	0,910	225,4
1,420	739		986	548	0,906	238,3
1,440	778		1070	584	0,920	249,4
1,460	818		1163	623	0,898	260,5
1,480	858		1270	662	0,894	217,5
1,500	897		1405	703	0,890	282,6
1,510	916		1474	723		
1,520	936		1508	744		
1,530	956			766		

http://tieulun.hopto.org

Bảng 57. Sự tương đương giữa tỷ trọng và nồng độ dung dịch muối (và sữa vôi) (gam sản phẩm nguyên chất/lít dung dịch)

Tỷ trọng	$Al_2(SO_4)_3$ $.18H_2O$	$FeCl_3$	$FeSO_4$ $7H_2O$	Na_2CO_3	NaCl	Nước Javen Cl	Sữa vôi CaO
1	2	3	4	5	6	7	8
1,007	14	10,1	13,1	6,3	10,1	2,8	7,5
1,014	28	20	26,4	13,1	20,5	5,5	16,5
1,021	42	29	40,8	19,5	30,5	8	26
1,028	57	37	55,5	29	41	10,5	36
1,036	73	47	70,5	35,4	51	13,5	46
1,044	89	57	85,5	41,1	62	16	56
1,051	103	66	102	50,8	73	18,5	65
1,059	119	76	116,5	58,8	85	21	75
1,067	135	86	132	67,9	97	23	84
1,075	152	96	147	76,1	109	25	94
1,083	168	106	163	85,0	121	27,5	104
1,091	184	116	179	93,5	134	30	115
1,099	200	126	196	101,2	147	32	126
1,108	218	138	213	110,6	160	34	137
1,116	235	150	230	122	174	36	148
1,125	255	162	247	131	187	38	159
1,134	274	174	265	141,5	200	40	170
1,143	293	186	284	150,5	215		181
1,152	312	198	304	162,5	230		193
1,161	332	210	324		248		206

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7	8
1,170	351	222	344		262		218
1,180	373	236	365		277		229
1,190	395	250	387		292		242
1,200	417	263	408		310		255
1,210	440	279	430				268
1,220	462	293	452				281
1,230	485	308	474				293
1,241	509	323	501				309
1,252	534	338					324
1,363	558	353					339
1,285	609	384					
1,308	663	416					
1,332	720	449					
1,357		483					
1,383		521					
1,411		561					
1,437		601					
1,453		626					
1,468		650					

3.2.2. Điện dẫn suất và điện trở suất

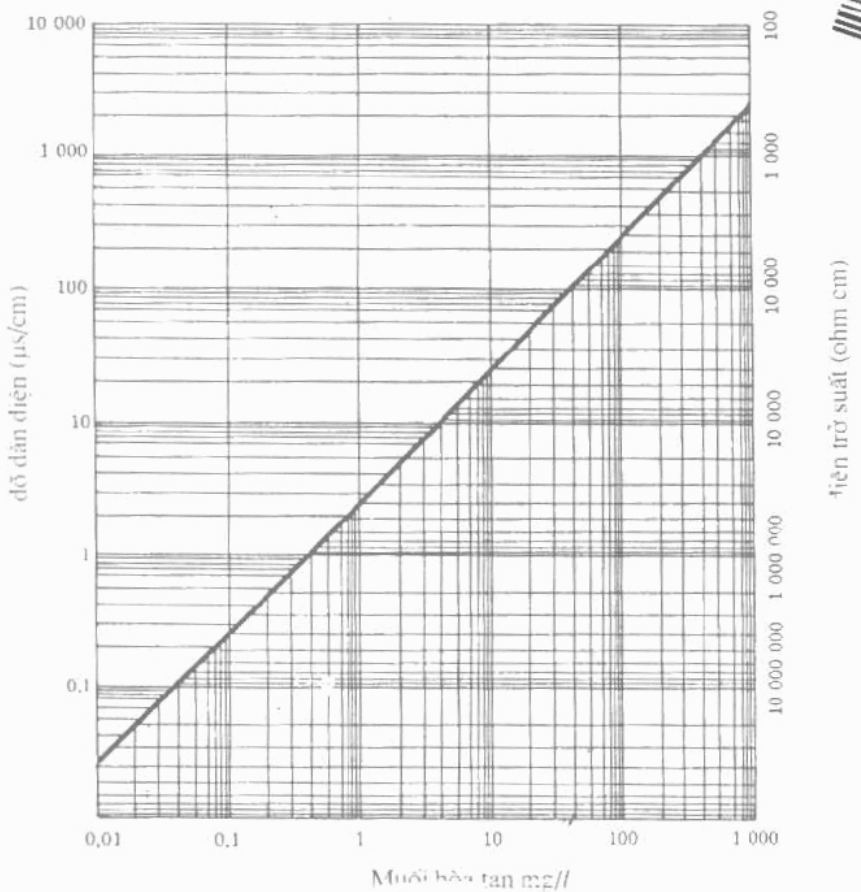
Điện dẫn suất được đo bằng độ dẫn điện của một cột nước đặt giữa hai điện cực bằng kim loại có diện tích $1cm^2$ đặt cách nhau một khoảng cách 1cm. Độ dẫn điện tăng tỷ lệ với hàm lượng muối hoà tan và thay đổi tuỳ thuộc vào nhiệt độ. Độ dẫn điện tính bằng simen (S) (hay mhos). Ước số là milisiemen/cm và microsimen/cm (µS/cm). Đơn vị (µs/cm) hay được dùng trong xử lý nước.

Điện trở suất là giá trị nghịch đảo của điện dẫn suất đo bằng ohm.cm (Ω.cm). Quan hệ giữa hai phép đo là:

http://tieulun.hopto.org

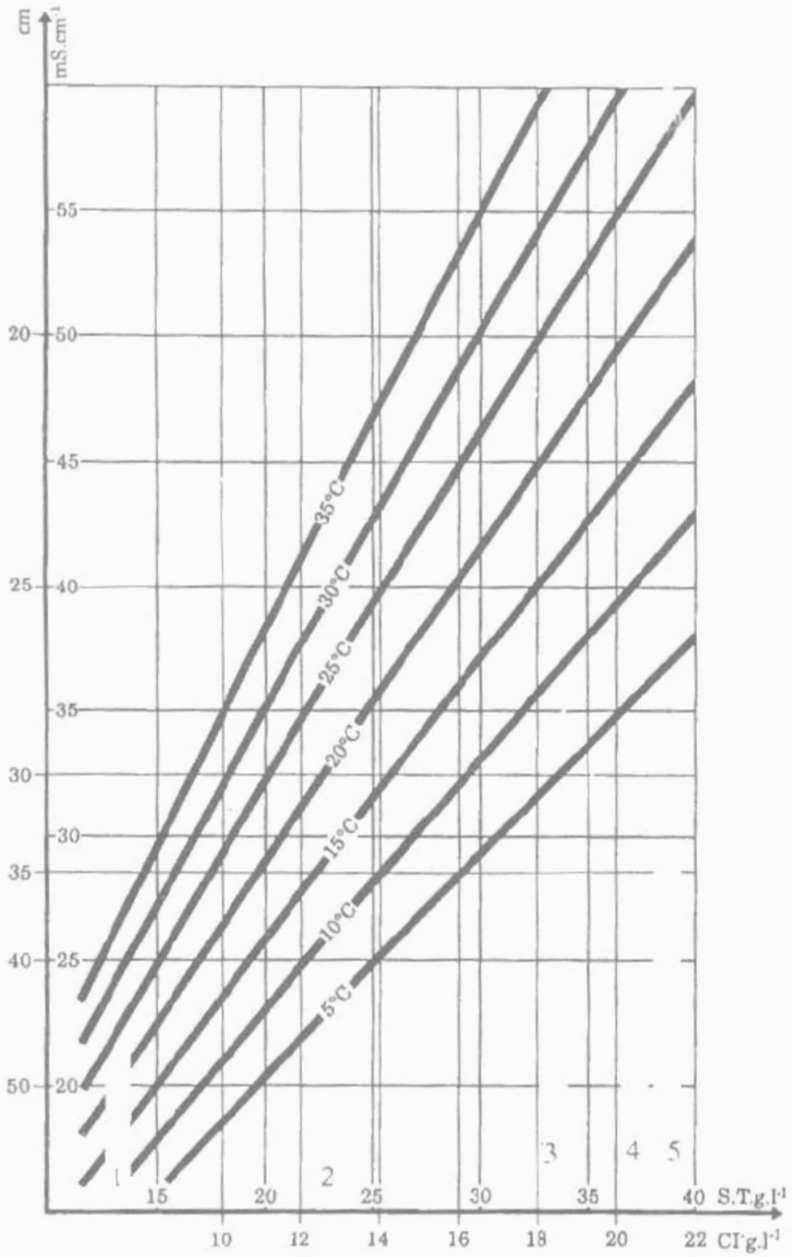
$$\text{Điện trở suất } (\Omega.\text{cm}) = \frac{10^6}{\text{Điện dẫn suất } (\mu\text{s/cm})}$$

Ví dụ: Điện dẫn suất bằng 10μS/cm tương ứng với một điện trở suất là 100.000 (Ω.cm).



Hình 220. Điện dẫn suất phụ thuộc vào độ muối đối với dung dịch NaCl

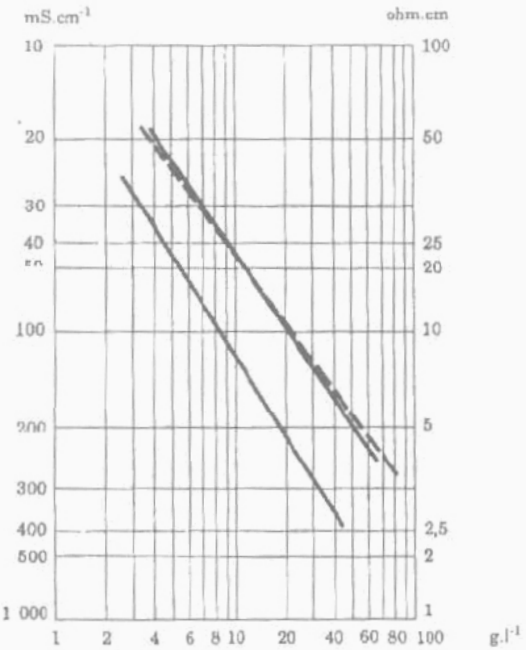
http://tieulun.hopto.org



Hình 221. *Điện dẫn suất của nước biển*

1. Biển Cát pia; 2. Biển Đen; 3. Tiêu chuẩn; 4. Đại Tây Dương; 5. Địa Trung Hải và vịnh Persicơ.

http://tieulun.hopto.org



Hình 222. *Điện dẫn suất của dung dịch axít và xút.*

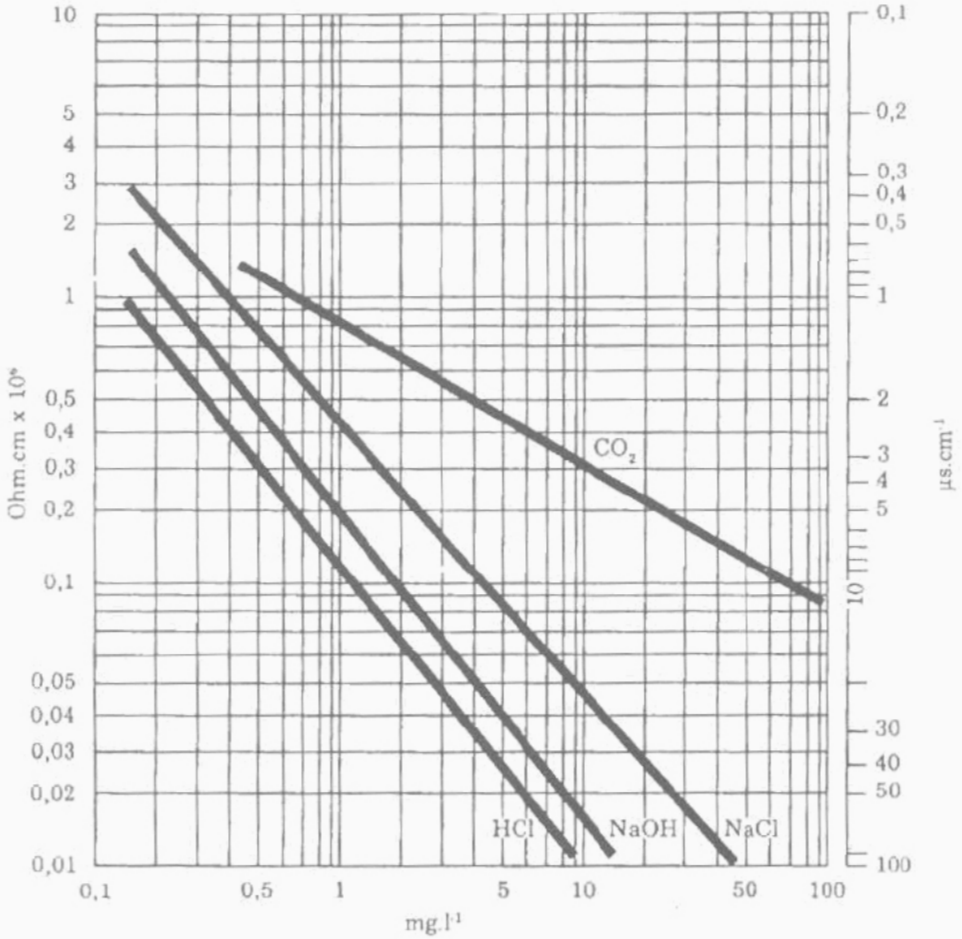
• *Định cỡ đồng hồ đo điện trở suất*

Các đồng hồ đo điện trở suất phải định kỳ định cỡ lại với dung dịch N/50 hay N/100 clorua kaly.

Hằng số đo của đồng hồ K = Điện trở suất lý thuyết/Điện trở suất đo được.

Điện trở suất (Ω.cm)			Điện trở suất (Ω.cm)		
Nhiệt độ	KCl N/50	KCl N/100	Nhiệt độ	KCl N/50	KCl N/100
15	446	872	21	392	766
16	436	852	22	384	751
17	426	834	23	376	736
18	417	817	24	369	721
19	408	800	25	362	708
20	400	782			

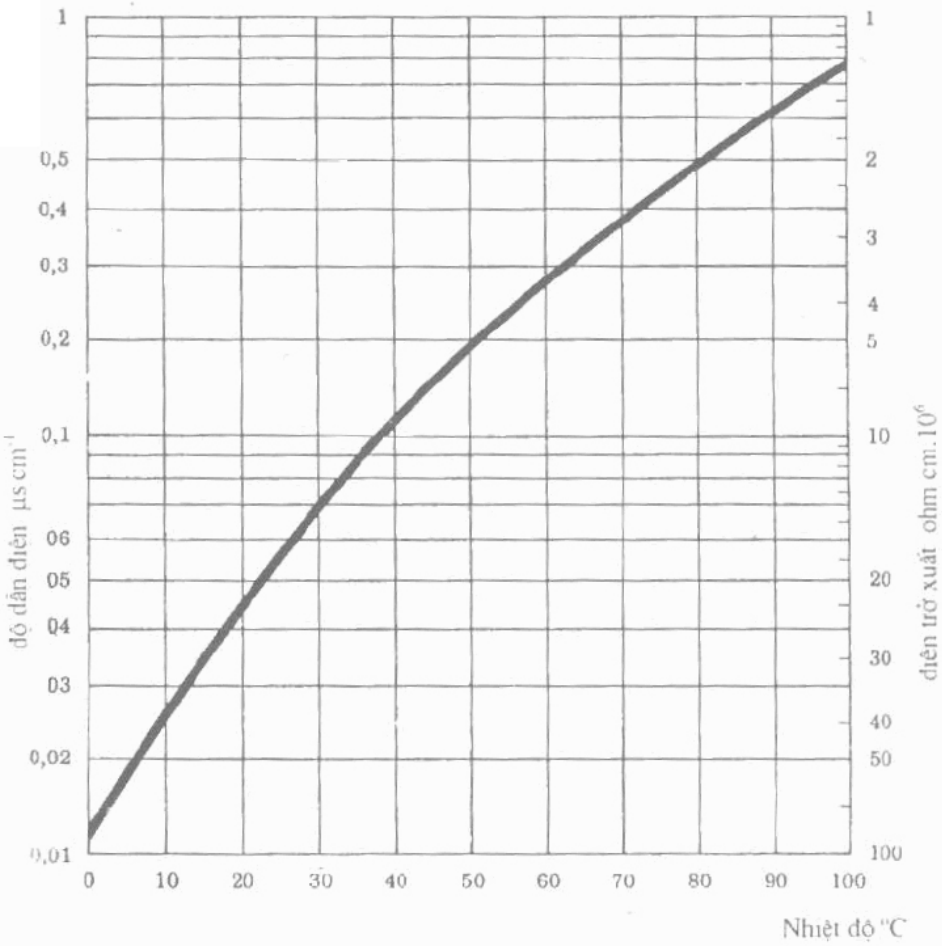
http://tieulun.hopto.org



Hình 223. *Ảnh hưởng nồng độ của chất điện phân đặc biệt đến độ dẫn điện của nước ở 25 °C*

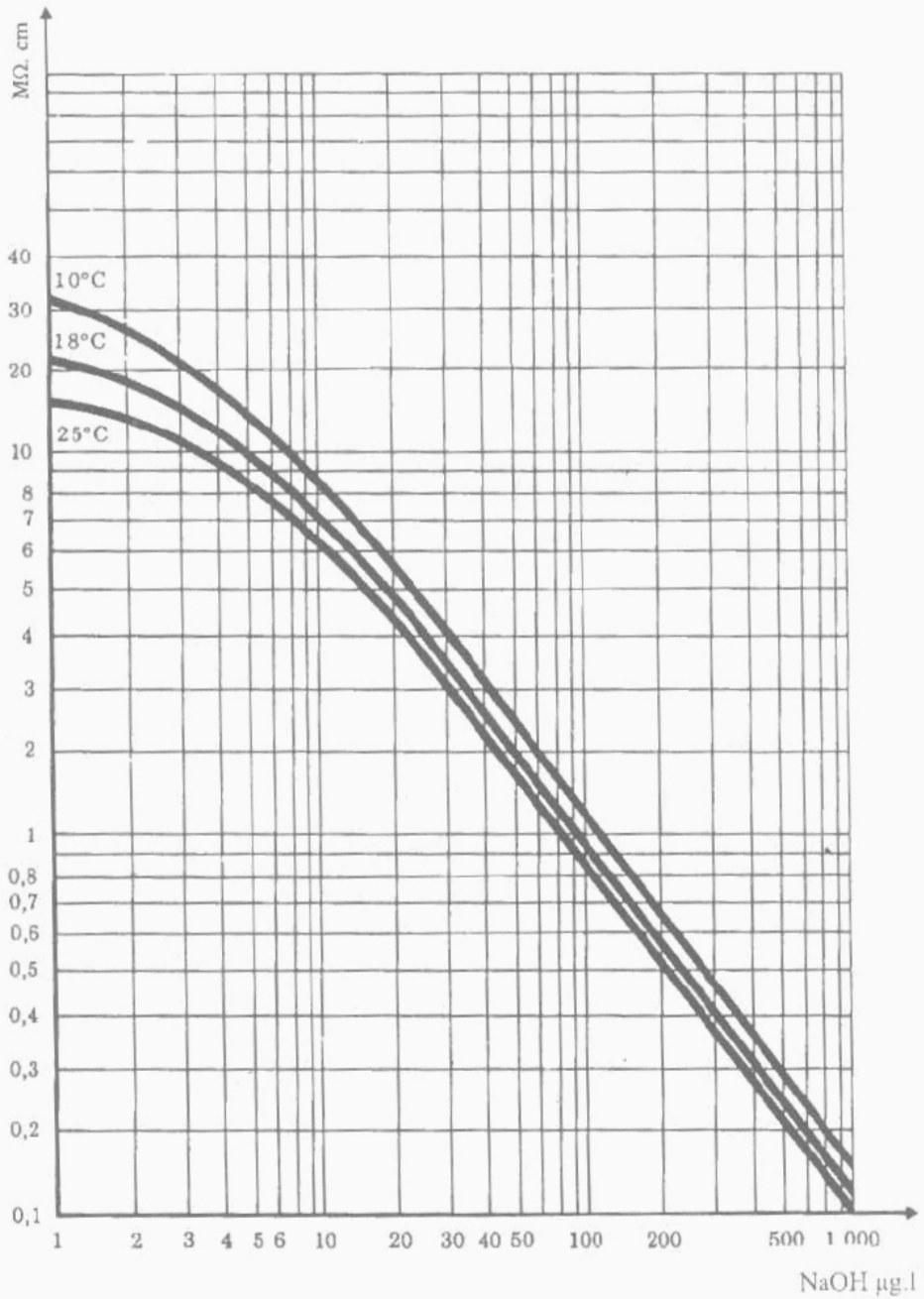
5739876 036001

http://tieulun.hopto.org



Hình 224. Điện dẫn suất của nước nguyên chất phụ thuộc vào nhiệt độ

http://tieulun.hopto.org



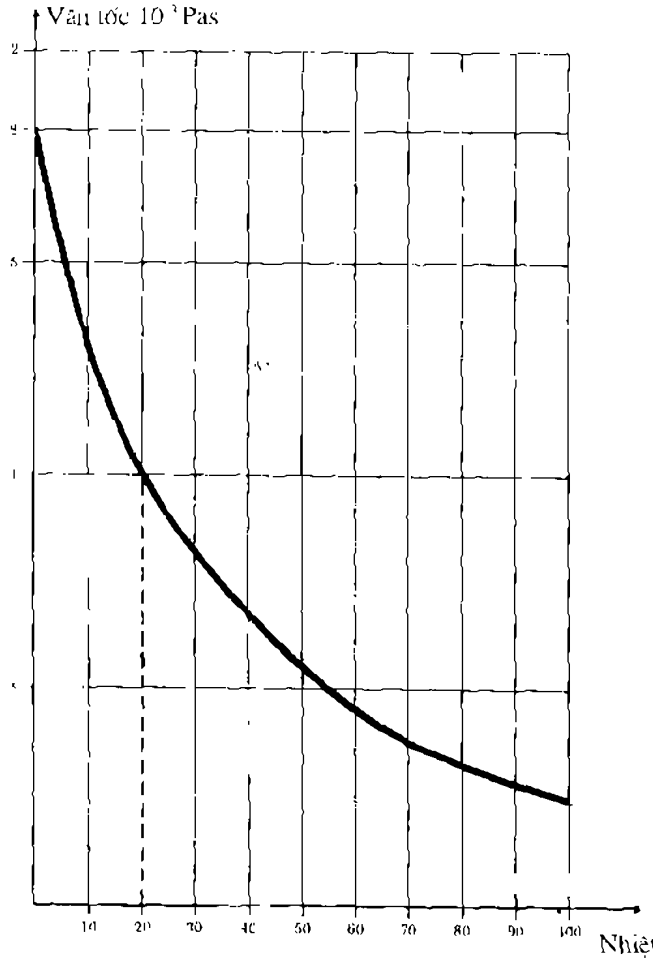
Hình 225. *Ảnh hưởng của sự rò natri đối với điện trở suất của nước đã khử muối khoáng*

http://tieulun.hopto.org

3.2.3. *Độ nhớt động của một số chất lỏng*

Tên gọi	Nhiệt độ °C	Độ nhớt động học m^2s^{-1}
Nước	0	$1,8.10^{-6}$
-	20	$1,0.10^{-6}$
Nước muối bão hoà NaCl	0	$2,5\ 10^{-6}$
-	10	$1,8.10^{-6}$
Axít axêtic 100%	20	$1,2.10^{-6}$
Axít nitri 95%	0	$1,5.10^{-6}$
-	10	$1,2.10^{-6}$
Axít sunfuric 66° Bê	-10	$4,4.\ 10^{-5}$
-	0	$2,6.\ 10^{-5}$
-	15	$1,7.\ 10^{-5}$
-	25	$1,3.\ 10^{-5}$
-	50	$6.\ \ 10^{-6}$
Axít clohydric 20 - 21 Bê	-10	$2,6.\ 10^{-6}$
-	0	$2,2.\ 10^{-6}$
-	10	$2,0.\ 10^{-6}$
-	20	$1,7\ 10^{-6}$
Xôđa - tro 49%	15	$7,9.\ 10^{-5}$
-	20	$5,4.\ 10^{-5}$
-	25	$3,6.\ 10^{-5}$
Xôđa - tro 41%	15	$4,5.\ 10^{-5}$
-	20	$3,4\ 10^{-5}$
-	25	$1,7.\ 10^{-5}$
Silicat natri 38 - 40 Bê	0	$5,5.\ 10^{-4}$
-	5	$2,9.\ 10^{-4}$
-	10	$2,05.10^{-4}$
-	20	$1,13.10^{-4}$
Sulfat nhôm 34° Bê	8	$1,38.10^{-5}$
Clorua sắt 45° Bê	-15	$2,5.\ 10^{-5}$
-	0	$1,0.\ 10^{-5}$
-	20	$3,0\ 10^{-6}$

http://tieulun.hopto.org



Hình 226. *Độ nhớt tuyệt đối của nước phụ thuộc vào nhiệt độ*

3.2.4. Các dung dịch đáng chú ý

3.2.4.1. Độ tan

- *Độ tan của vôi*

Nhiệt độ °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CaO g/l	1,40	1,33	1,25	1,16	1,06	0,97	0,88	0,80	0,71	0,64	0,5
$Ca(OH)_2$ g/l	1,85	1,76	1,65	1,53	1,41	1,28	1,16	1,06	0,94	0,85	0,7
Chuẩn độ nước vôi (tính bang độ TAC)	250	238	223	207	190	173	157	143	127	115	104

http://tieulun.hopto.org

• *Độ tan của một số chất phản ứng rắn (tính bằng gam của hợp chất theo công thức tan trong 1 lít nước)*

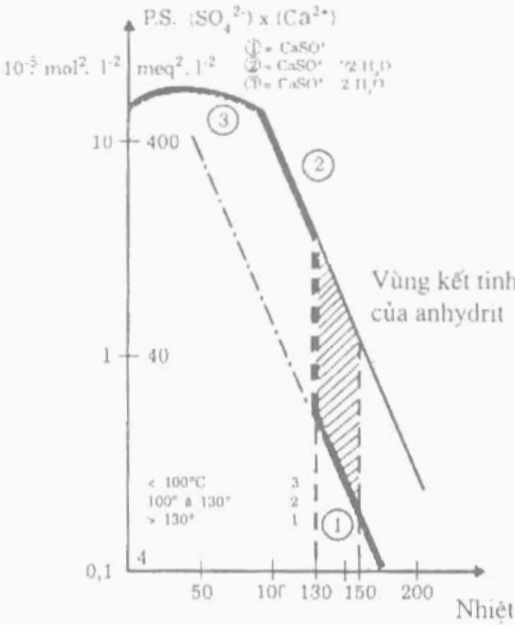
Các chất	Công thức	0°C	10°C	20°C	30°C
Sufat nhôm	$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$	636	659	688	728
Clorua canxi	$CaCl_2$	595	650	745	1020
Sufat canxi	$CaSO_4.2H_2O$	2,22	2,44	2,58	2,65
Sunfat đồng	$CuSO_4.5H_2O$	233	264	297	340
Clorua sắt III	$FeCl_3$	744	819	918	-
	$FeCl_3.6H_2O$	852	927	1026	-
Sufat sắt II	$FeSO_4.7H_2O$	282	331	391	455
Permanganat kali	$KMnO_4$	28	44	64	90
Photphat amôn	$NH_4H_2PO_4$	184	219	261	
	$(NH_4)_2HPO_4$	364	386	408	
	$(NH_4)_2HPO_4.2H_2O$	340	388		
Sunfat amôn	$(NH_4)_2SO_4$	413	420	428	
Cacbonat natri	$Na_2CO_3.10H_2O$	250	305	395	568
Clorua natri	NaCl	357	358	360	363
Florua natri	NaF	40	-	42,2	-
Bicacbonat natri	$NaHCO_3$	69	81,5	96	111
Photphat một natri	$NaH_2PO_4.2H_2O$	615	735	888	1101
Photphat hai natri	$Na_2HPO_4.12H_2O$	233	252	293	424
Photphat ba natri	Na_3PO_4	15	41	110	200
	$Na_3PO_4.12H_2O$	231	257	326	416
Xút ăn da	NaOH	420	515	1090	1190

1. Các số ghi trong bảng tương ứng với độ hòa tan của các chất trong nước khi không có mặt của các muối hòa tan khác.

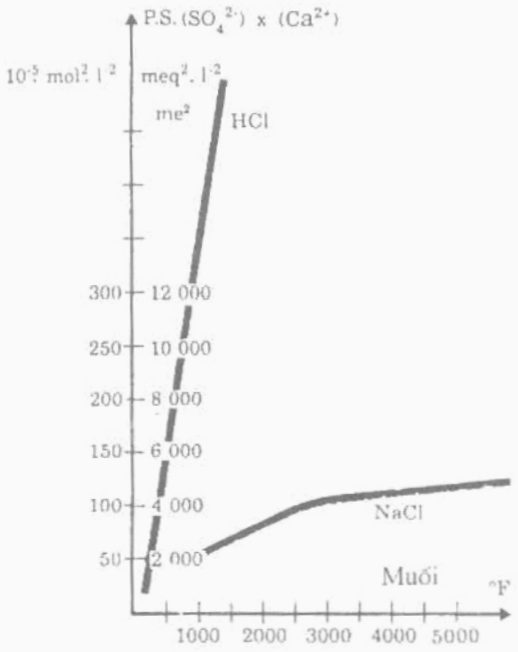
2. Khi các chất phản ứng ở dạng sản phẩm thương mại có công thức khác với công thức đã nêu trong bảng trên, độ hoà tan của chúng cần được tính lại.

http://tieulun.hopto.org

• *Độ tan của sufat canxi*



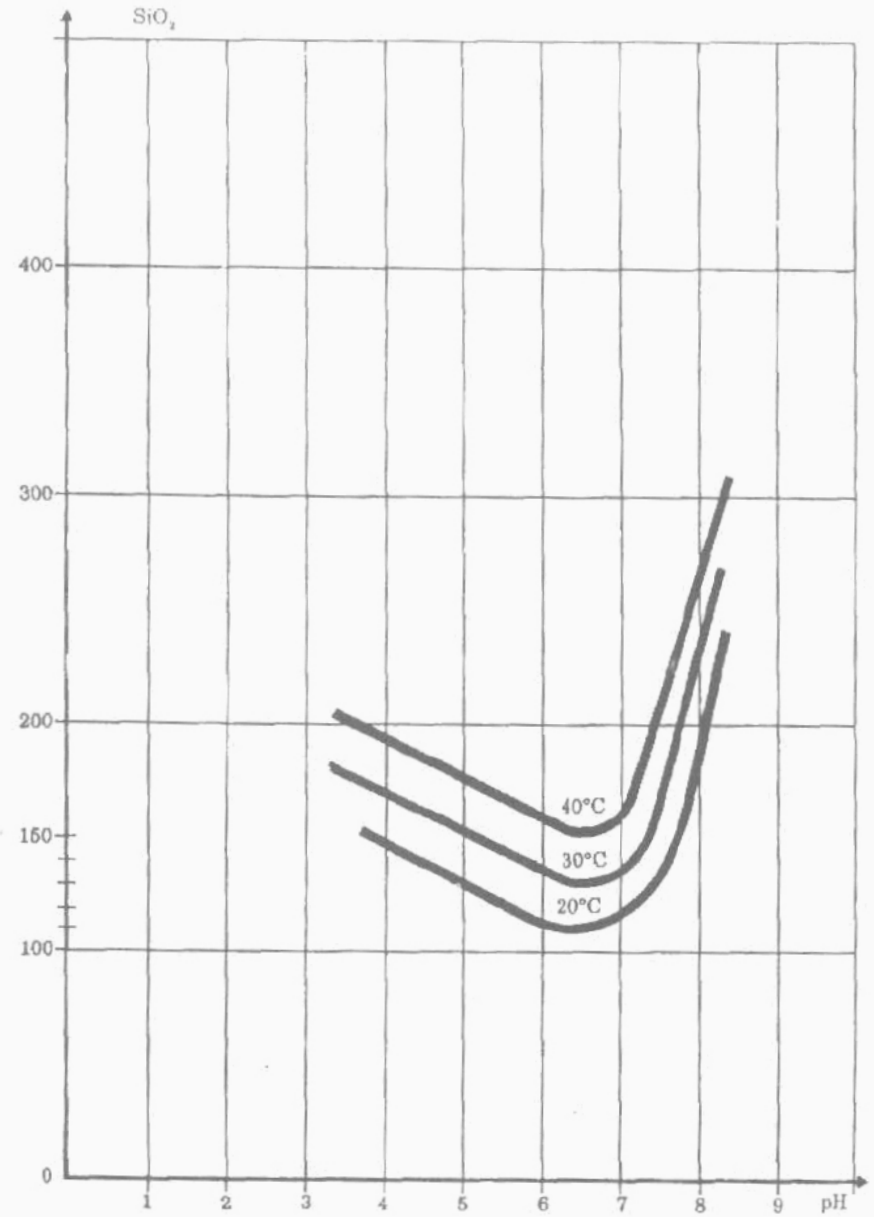
Hình 227a. *Độ tan PS của sufat canxi trong nước nguyên chất theo nhiệt độ*



Hình 227b. *Độ tan PS của sunfat canxi phụ thuộc vào độ muối ở 25 °C*

http://tieulun.hopto.org

• *Độ tan của silic*



Hình 228. *Độ tan của silic phụ thuộc vào pH và nhiệt độ*

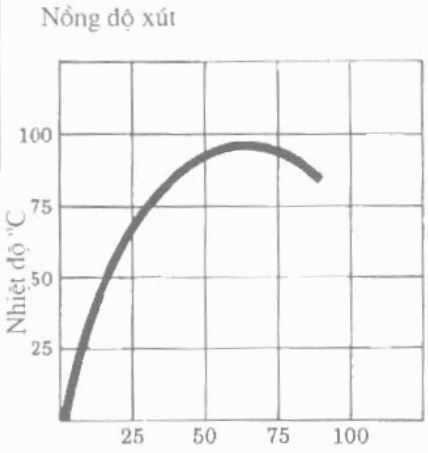
Ghi chú: Không có chất ức chế polime hoá.

http://tieulun.hopto.org

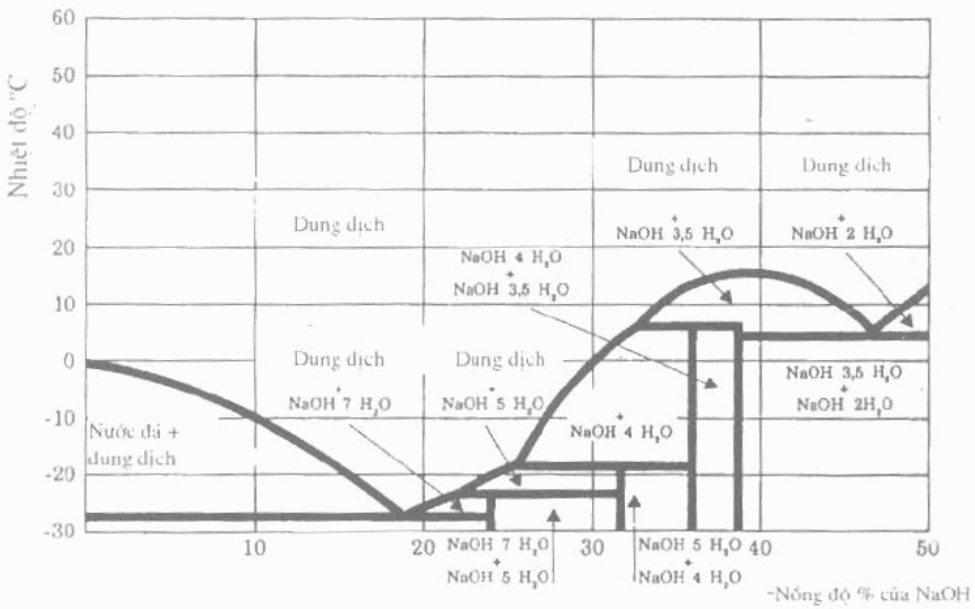
3.2.4.2. Dung dịch xút

Độ pH của dung dịch xút nguyên chất NaOH

pH	NaOH mg/l	pH	NaOH mg/l
7,5	0,013	9,5	1,3
8	0,04	9,5	4
8,5	0,13	10,5	13
9	0,4	11	40



Hình 229. *Nhiệt độ cực đại đạt được khi hoà tan viên xút*

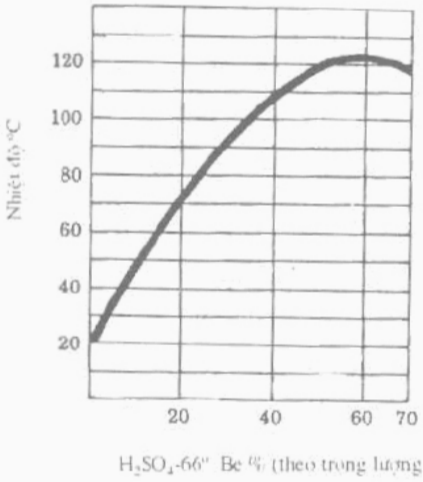


Hình 230. *Độ tan của xút ăn da*

http://tieulun.hopto.org

3.2.4.3. Dung dịch axit sufuaric

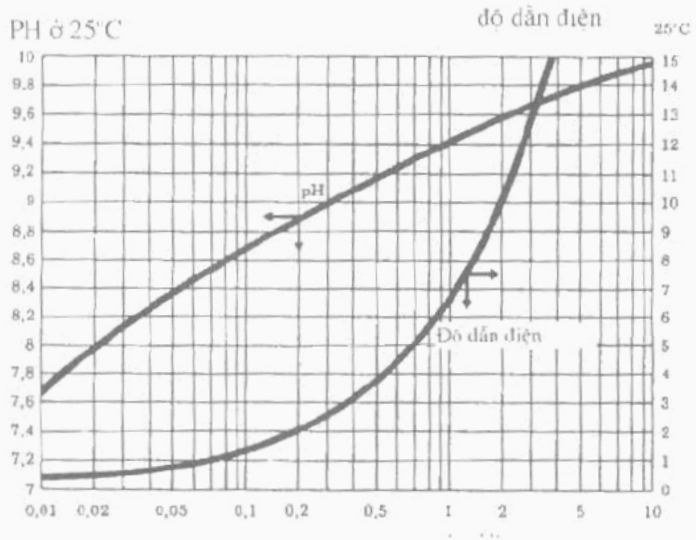
Nồng độ H_2SO_4		Khối lượng thể tích ở 15°C (kg/l)	Điểm nóng chảy (°C)	Nhiệt dung ở 18 °C (kJ/kg)
%	(g/l)			
5	51,6	1,033	-2	3,992
10	106	1,068	-5	3,857
15	165	1,104	-8	3,666
20	228	1,142	-14	3,532
25	295	1,182	-22	3,361
30	365	1,222	-36	3,200
40	522	1,306	-68	2,830
50	699	1,399	-37	2,533
70	1130	1,615	-41	1,985
90	1640	1,820	-6	1,659
91	1660	1,825	-11	1,597
92	1680	1,829	-24	1,584
93	1700	1,833	-38	1,513
94	1725	1,836	-28	1,496
95	1725	1,839	-19	1,484
96	1770	1,8406	-11	1,450
97	1786	1,8414	-5	1,434
98	1804	1,8411	+0	1,404
99	1821	1,8393	+6	1,409
100	1836	1,8357	+10,4	1,400



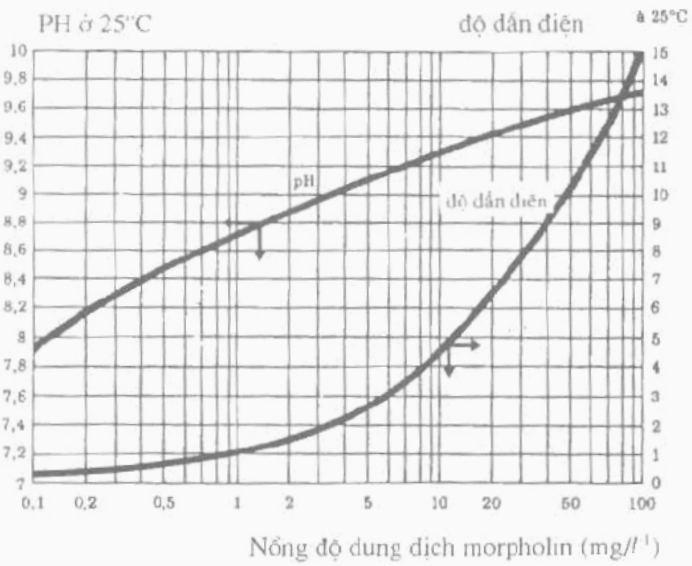
Hình 231. *Phản ứng toả nhiệt khi trộn nước với với axit sufuaric*

http://tieulun.hopto.org

3.2.4.4. Dung dịch amoniac và morpholin



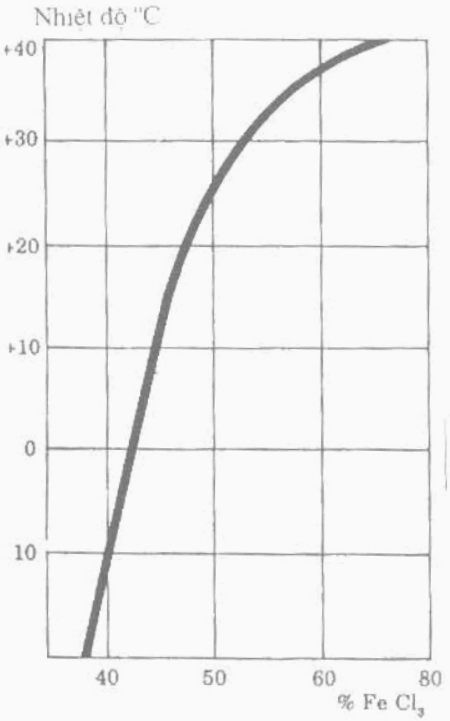
Hình 232. *pH và điện dẫn xuất ở 25°C của dung dịch amoniac (Theo G.D.L. E.D.F)*



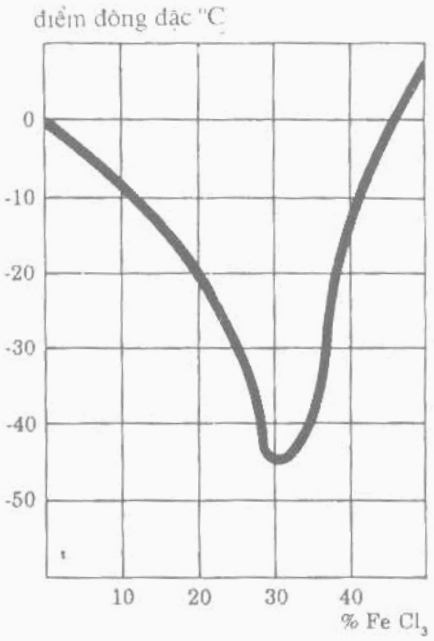
Hình 233. *pH và điện dẫn suất ở 25°C của dung dịch morpholin*

http://tieulun.hopto.org

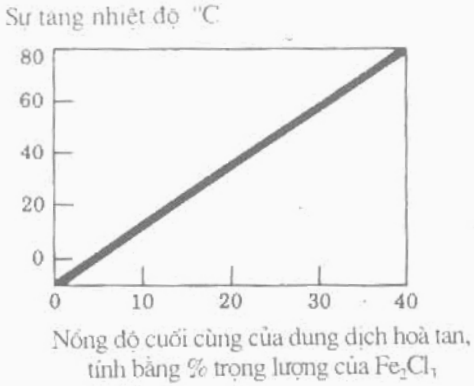
3.2.4.5. Dung dịch clorua sắt III



Hình 234. Độ tan của $FeCl_3$ ở các nhiệt độ khác nhau



Hình 235. Điểm đông đặc của dung dịch $FeCl_3$



Hình 236. Sự tăng nhiệt độ khi hoà tan clorua sắt III vào nước

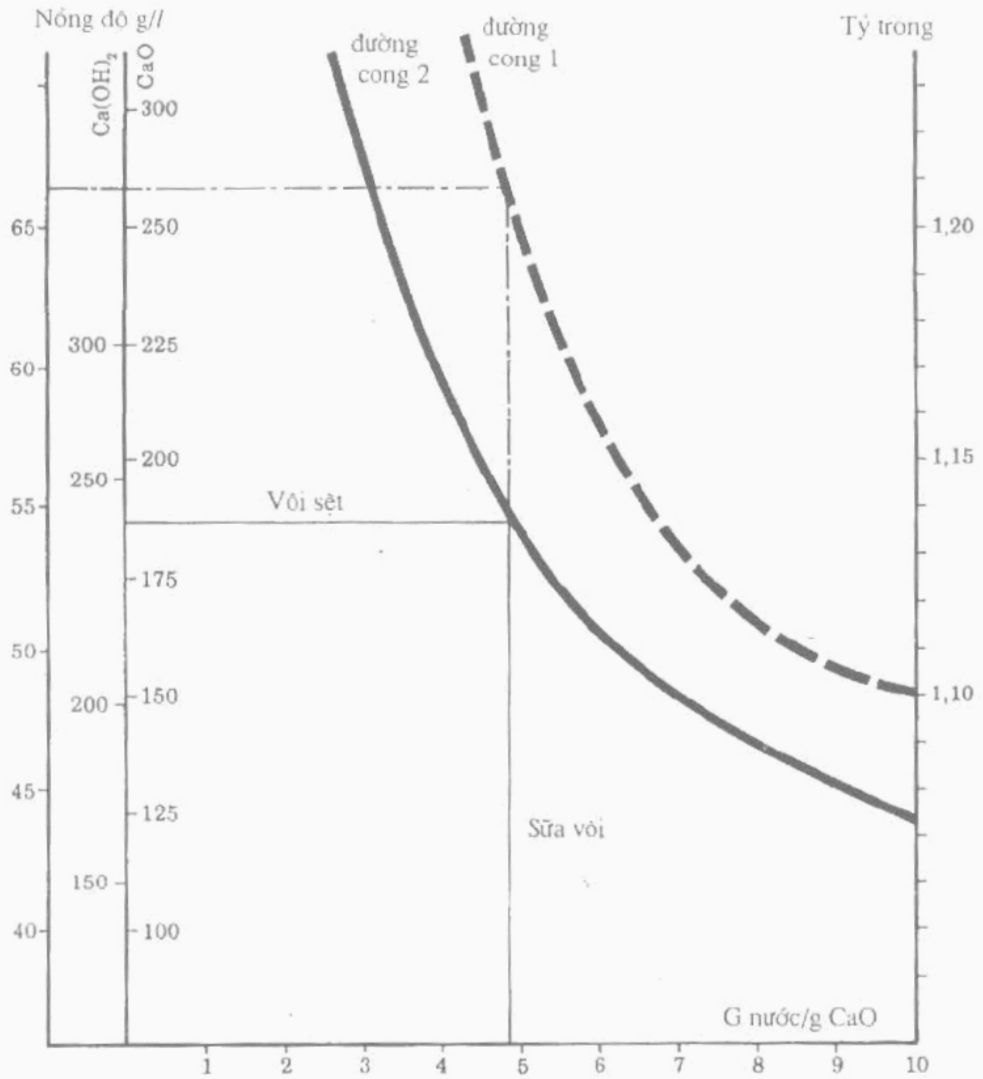
3.2.4.6. Vôi sống

Hình 237 cung cấp:

- Sự tăng nhiệt độ;
- Nồng độ tính bằng g/*l* CaO hay $Ca(OH)_2$;

http://tieulun.hopto.org

- Tỷ trọng phụ thuộc vào sự pha loãng nước g tính bằng gam CaO khi kết thúc quá trình tôi vôi;



Hình 237. *Sự tôi vôi sống*

Đường cong 1. Biểu diễn giới hạn trên của nhiệt độ đạt được khi tôi vôi nước ở nhiệt độ ban đầu 20°C.

Đường cong 2. Biểu diễn tỷ trọng - nồng độ

http://tieulun.hopto.org

3.2.5. *Bảng ghi giá trị của pK*

Hằng số của cặp axít/bazơ hay dùng trong nước ở 25°C.

Tên axit	Công thức axít	Công thức bazơ	pK
Axít sunfuric	H_2SO_4	HSO_4^-/SO_4^{2-}	1.9
Axit cromic	H_2CrO_4	$HCrO_4^-/CrO_4^{2-}$	0,7/ 6,4
Axít ôxylic	$H_2C_2O_4$	$HC_2O_4^-/C_2O_4^{2-}$	1,2/ 4,1
Axít photphorơ	H_3PO_3	$H_2PO_3^-/HPO_3^{2-}/PO_3^{4-}$	1,6/ 6,4
Axít sunforơ	H_2SO_3	HSO_3^-/SO_3^{2-}	1,8/7,1
E.D.T.A			2,0/2,7/ 6,2/ 10,3
Axít orthophotphoric	H_3PO_4	$H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}/PO_4^{3-}$	2 2 /7,2 /12,0
Axít flohdric	HF	$F^{- -}$	3,2
Axít nitơ	HNO_2	NO_2^-	3,4
Axít Formic	HCOOH	HCOO	3,7
Axít xyanic	HCNO	$CNO^{- -}$	3,8
Axít axêtic	CH_3CO_2H	$CH_3CO_2^-$	4,8
Ion nhôm	$Al^{\backslash}aq$	$AlOH^{2+}aq$	4,9
Axít cacbonic	H_2CO_3	HCO_3^-/CO_3^{2-}	6.4/10.2
Axít unfuhydric	H_2S	HS/S^{2-}	7,1/14
Axít hypoclorơ	HClO	ClO^-	7,3
Axít hypobrôm	HBrO	BrO^-	8,7
Axít boric	H_3BO_3	$H_2BO_3/HBO_3^{2-}/PO_3^{3-}$	9/12,7/13,8
Axít xyanhydric	HCN	CN^-	9.1
Ion amoni	NH_4^+	NH_3 hoặc NH_4OH	9,2
Axít hypo-iodơ	HIO	IO^-	10,7
Ion canxi	Ca^{2+}	$CaOH^+/Ca(OH)_2$	11.6/12,6

Ghi chú: Các axít mạnh và bazơ mạnh được coi là hòa tan hoàn toàn

http://tieulun.hopto.org

3.2.6. Sự tương đương COD - BOD_5 - DOTh của một số hợp chất hữu cơ tính bằng g trên g hợp chất.

(DOTh: nhu cầu oxy toàn phần theo lí thuyết)

Tên gọi		COD	BOD_5	DOTh
1	2	3	4	5
Axit hữu cơ				
- focmic	axit mêtanoic	0,30	0,24	0,34
- axêtic	axit êtanoic	1	0,65	1,06
- propionic	axit propanoic	1,4	1,1	1,51
- stearic	- octadecanoic	1,6	1,4-0,5	2,13
- lactic	- hydrôxypropanoic	0,9	0,6	1,06
- critic		0,6	0,4	0,68
- oxalic	axit êtanenoic	0,18	0,15	0,18
- tactric	axit raxêmic	0,5	0,3	0,53
Rượu				
- mêtylic	mêtanol	1,4	1	1,5
- êtylic	êtanol	2	1,6	2,1
- n propylic	n propanol	2,2	1,5	2,4
- iso propylic	1 - propanol	2,2	1,2	2,4
- n bytylic	1- butanol	2,4	1,7	2,59
- glyxêrin	1,2,3 propametriol	1,1	0,8	1,22
Alydêhit và axêton				
- formic	formaldêhit	1,2	0,9-0,3	1,07
- axêtic	axêtatdehit	1,8	1,3	1,82
- furfural	2 - furaldêhit	1,6	0,8-0,3	1,66
- axêton	2 - propanol	1,9	0,8-0,5	2,2
- mêthyle'thycet'tone (MEC)	2 – butanone	2,3	2,44	2,44

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5
Cacbohydrat				
- Tinh bột		0,9	0,4-0,8	1,18
- Glucô		0,9	0,6-0,8	0,93
Amine và amides				
- monoe'thanolamine (MEA)	2 amino e'thanol	1,3	0,95	2,4
- die'thanolamine (DEA)	bis amine	1,5	0,9	2,13
- trie'thanolamine (TEA)	tri amine	1,5	0,5	2,04
- acrylonitrile	propenenitrile	1,4	0,7	3,17
- anilne	amino benzene	2,4	1,5	3,09
- me'lamine	2, 4, 6 triamine s-triazine	-	0	3,04
- me'thioline		-	0,4-1,4	2,07
- morpholine	die'thyle'nimide ox	-	0 -0,2	2,6
- ure'e	carbamide	0	0,1	1,06
- dime'thylformamide		-	-	1,86
Hydrôcacbua				
- n hexan		0,8	0,3-0	1,91
- n dexan		1,6	1,2-0,1	2,12
- n hexadecan		2,2	0,6-0,1	2,23
- benzen		2,8	2,1-0,5	3,1
- styren	vinyl benzen	2,9	1,5	3,07
- toluen	me'thyl benzen	1,8	1,2-0,5	3,13
- oxylen	1,2 dimetybenzen	2,6	1,6-1	3,12
Hợp chất tế bào dị dưỡng				
- pyridine		0,0	0- 1,2	3,03
- quinole'ine	benzol pyridine	2,3	1,7	2,5

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5
Hợp chất đặc biệt				
- acrolein	propenal	1,7	0	2,0
- acrylamide	propenamide	1,3	0 -1	2,35
- caprolastame	cyclohexanone i-oxime	0,6	0,4	2,12
- epichlorhydrine	1,2 epoxyethane	1,1	0	1 21
- oxyde d'ethylene	1,2 epoxypropane	1,7	0,4	1 82
- oxyde de propylene	hydrobenzene	1,8	0,2	2,21
- phenol		2,3	1,7	2,38
Hợp chất lưu huỳnh				
- sunfua	S^{2-}			2
- sunfoxyanua	SCN			2,2
- S dạng keo				1,5
- thiosunfat	$S_2O_3^{2-}$			0,6
- tetrathionat	$S_4O_6^{2-}$			0,5
- sunfit	SO_3^{2-}			0,2

Ghi chú: BOD của một hợp chất phụ thuộc mạnh vào việc nuôi cấy và sự thích hợp của chúng với môi trường (xem SCN⁻) hoặc nồng độ ban đầu, sự tăng nồng độ ban đầu của chúng gây ra sự hủy hoại (đặc biệt là các Hyđrocacbua thơm).

3.3. Các hằng số đặc trưng của khí

3.3.1. Mật độ của khí

Nếu gọi M_o là khối lượng của một lít ở 0°C thì khối lượng của một loại khí ở t°C với cùng một áp suất là:

$$M_t = \frac{M_o}{1 + 0{,}00366t}$$

Nếu M'_o là khối lượng của một lít khí dưới áp suất 760mm thuỷ ngân, thì khối lượng của một lít khí ở áp suất thực P là:

$$M_p = \frac{P}{760} M_o$$

http://tieulun.hopto.org

Khí	Tỷ trọng so với không khí	Khối lượng của 1lít ở 0°C và 760mm thuỷ ngân (g)
Không khí	1	1,29349
Oxy O_2	1,1052	1,4295
Nitơ N_2	0,967	1,2508
Hydrô H_2	0,06948	0,08987
Dioxytcabon CO_2	1,5287	1,978
Clo Cl_2	2,491	3,222
Amoniac NH_3	0,5971	0,772
Dioxyt lưu huỳnh SO_2	2,263	2,927
Sunfua hydrô H_2S	1,1895	1,539

Độ hòa tan của khí sạch tính theo lít khí tiêu chuẩn trong 1 lít nước trong khí quyển ở áp lực 1 bar

3.3.2. Độ hoà tan của các khí chính trong nước

Các lít khí tiêu chuẩn trên một lít nước ở áp suất riêng của khí bằng 1bar. Công thức dưới đây cho phép tính hàm lượng khí hoà tan trong chất lỏng từ hằng số Henry (hình 238).

$$Py_i = Hx_i$$

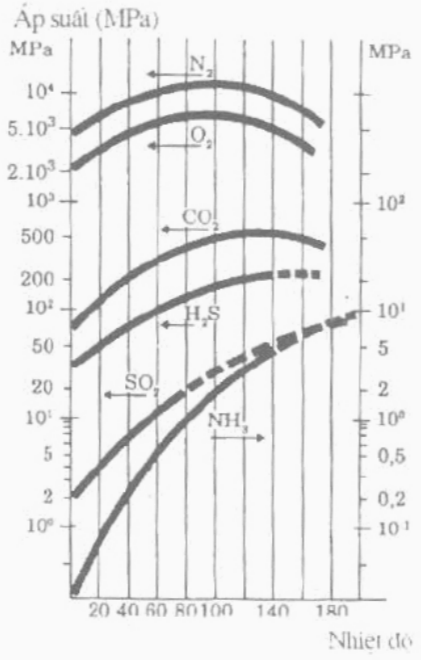
Trong đó:

P - Áp suất toàn phần của khí;

H - Hằng số Henry có cùng đơn vị như P;

X_i - Phần mol của khí trong chất lỏng;

Y_i - Phần mol của khí trong hỗn hợp khí.

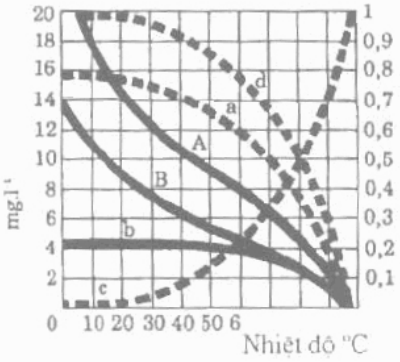


Hình 238. *Hằng số Henry đối với các khí khác nhau*

http://tieulun.hopto.org

Nhiệt độ (°C)	Khí							
	Không khí	O_2	N_2	CO_2	H_2S	Cl_2	NH_3	SO_2
0	0,0288	0,0489	0,0235	1,713	4,621	4,610	1135	75,00
5	0,0255	0,0429	0,0208	1,424	3,935	3,750	1005	62,97
10	0,0227	0,038	0,0186	1,194	3,362	3,095	881	52,52
15	0,0205	0,0342	0,0168	1,019	2,913	2,635	778	43,45
20	0,0187	0,0310	0,0154	0,878	2,554	2,260	681	36,31
25	0,0172	0,0283	0,0143	0,759	2,257	1,985	595	30,50
30	0,0161	0,0261	0,0134	0,665	2,014	1,769	521	25,87
35	0,0151	0,0244	0,0125	0,592	1,811	1,570	460	22,00
40	0,0143	0,0231	0,0118	0,533	1,642	1,414	395	18,91
50	0,0131	0,0209	0,0109	0,437	1,316	1,204	294	15,02
60	0,0123	0,0195	0,0102	0,365	1,176	1,006	198	11,09
70	0,0118	0,0183	0,0097	0,319	1,010	0,848		8,91
80	0,0116	0,0176	0,0096	0,275	0,906	0,672		7,27
90	0,0115	0,0170	0,0095	0,246	0,835	0,380		6,16
100	0,0115	0,0169	0,0095	0,220	0,800			
110		0,0172		0,204				
120		0,0176		0,194				
130		0,0183						
140		0,0192						

http://tieulun.hopto.org



Hình 239. Độ tan của khí trong không khí vào nước ở áp lực atmotphe

A- Tính hoà tan azốt;

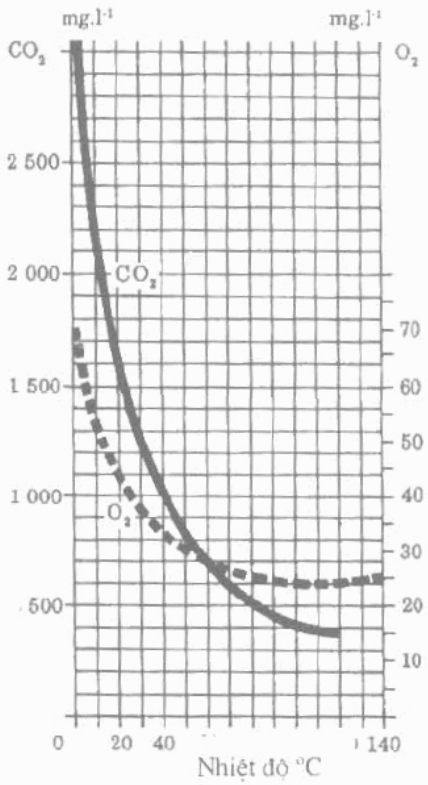
B- Tính hoà tan ôxy;

a- Áp suất riêng phần của azốt;

b- Áp suất riêng phần của ôxy;

c- Áp suất riêng phần hơi nước;

d- Áp suất riêng phần không khí.



Hình 240. Độ hoà tan CO_2 và O_2 trong nước (mg/l) ở áp lực 1 atm

3.3.3. Độ nhớt động lực học của khí thông dụng

Độ nhớt động lực học ν *phụ thuộc vào nhiệt độ*. Áp suất chuẩn ở 760 mm thủy ngân có giá trị là m^2/s. Độ nhớt này có thể hiệu chỉnh theo áp suất bằng quan hệ sau (không có giá trị với hơi nước):

$$\nu' = \nu \frac{P'}{P}.$$

http://tieulun.hopto.org

Trong đó ν'- Độ nhớt động lực học đã hiệu chỉnh (m^2/s),

P'- Áp suất tuyệt đối thực;

P - Áp suất tuyệt đối chuẩn, có cùng đơn vị tính như đối với P'.

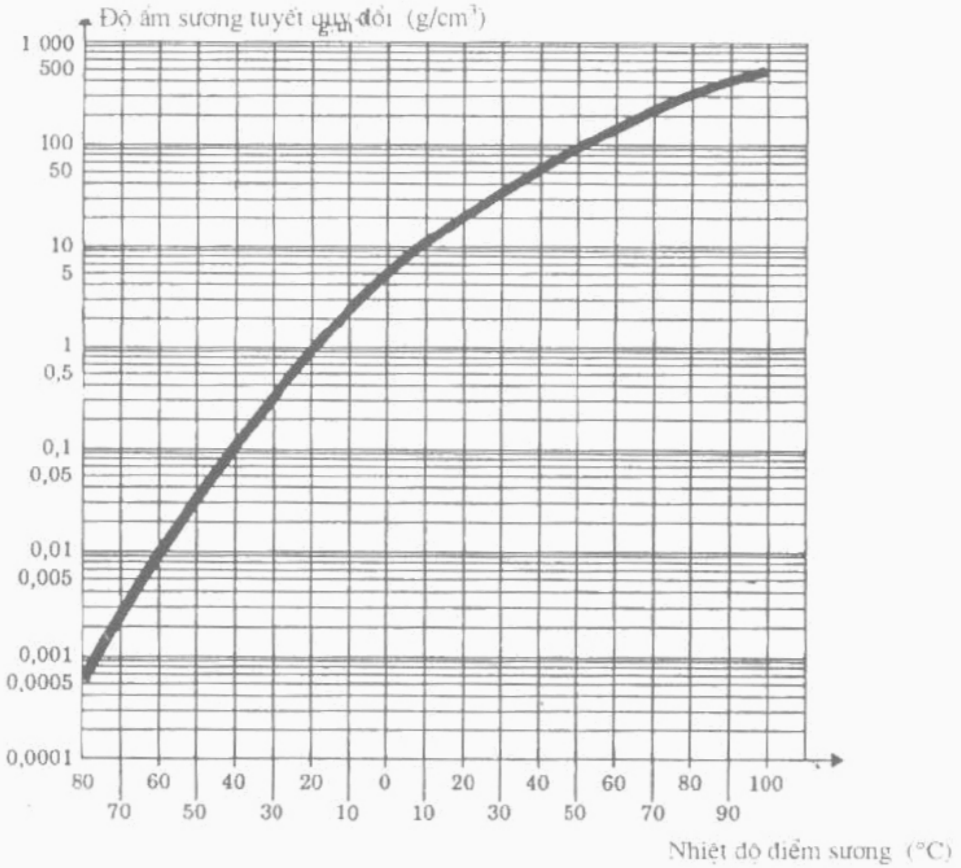
Khối lượng thể tích ρ' của chất lỏng (kg/m^3) trong điều kiện nhiệt độ t' (°C) và áp suất tuyệt đối P' của dòng chảy được tính từ khối lượng thể tích ρ trong điều kiện chuẩn như sau:

$$\rho' = \rho \times \frac{P'}{P} \times \frac{273}{273 + t'}$$

t°C	0	20	40	60	80	100
Không khí	$13,20 \times 10^{-6}$	$15,00 \times 10^{-6}$	$16,98 \times 10^{-6}$	$18,85 \times 10^{-6}$	$20,89 \times 10^{-6}$	$23,00 \times 10^{-6}$
Hơi nước	11,12	12,90	14,84	16,90	18,66	21,50
Cl_2	3,80	4,36	5,02	5,66	6,36	7,15
CH_4	14,20	16,50	18,44	20,07	22,90	25,40
CO_2	7,00	8,02	9,05	10,30	12,10	12,80
NH_3	12,00	14,00	16,00	18,10	20,35	22,70
O_2	13,40	15,36	17,13	19,05	21,16	23,40
SO_2	4,00	4,60				7,60

http://tieulun.hopto.org

3.3.4. *Độ ẩm tuyệt đối của khí quyển ở trạng thái bão hoà phụ thuộc vào điểm sương*



Hình 241. *Độ ẩm tuyệt đối của khí quyển*

3.3.5. *Clo*

3.3.5.1. Tính chất chung

Clo là một khí màu vàng nhạt, các hằng số vật lý của nó như sau:

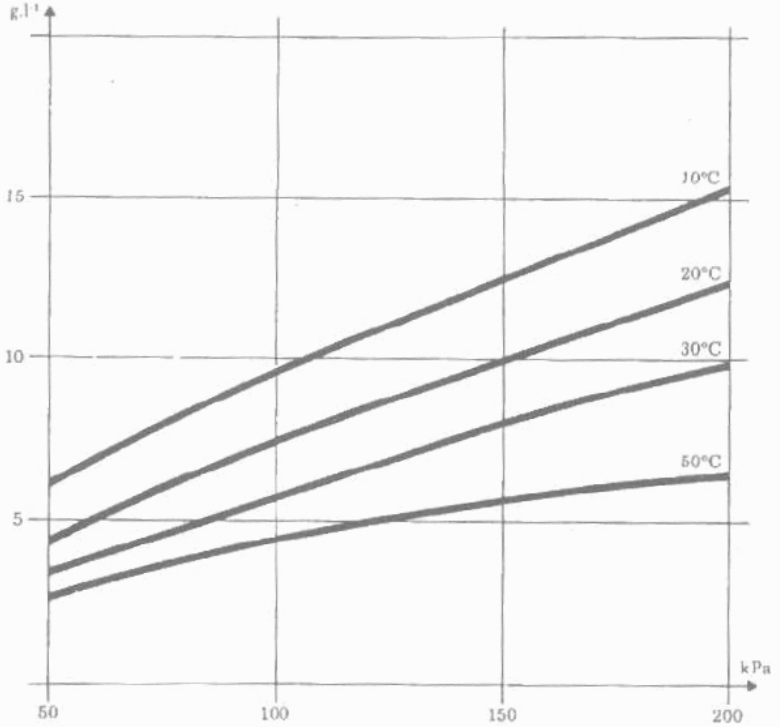
- Tỷ trọng so với không khí: 2,491;
- Khối lượng nguyên tử Cl = 35,46;
- Điểm sôi dưới áp suất 100kPa: −34,1°C;
- Điểm đông đặc: −102°C;
- Nhiệt độ tới hạn: 144°C;
- Áp suất tới hạn: 7710kPa;

http://tieulun.hopto.org

- Nhiệt dung của khí: 0,518 kJ/kg (0,124kcal/kg);

- Nhiệt dung của clo lỏng: 0,92 kJ/kg (0,22kcal/kg).

Ở 15°C dưới áp suất 760mm Hg, 1kg clo cho 314 lít khí clo và 1 lít clo lỏng ứng với 456 lít khí clo. Nó sẽ hoá lỏng bằng cách làm lạnh và bằng cách nén dưới áp suất thay đổi theo nhiệt độ 1.000 kPa ở 40°C; 500kPa ở 18°C.



Hình 242. *Độ tan của clo trong nước*

3.3.5.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất

Nhiệt ẩm hoá hơi

Nhiệt độ (°C)	0	10	20	30	40	50	60
J/mol	17,64	17,14	16,59	16,01	15,47	14,88	14,30
kJ/kg	249,1	242	234,1	226,1	218,2	209,8	201,5
kcal/kg	56,6	58,9	56,1	54,1	52,2	50,2	49,2

http://tieulun.hopto.org

Áp suất hơi clo

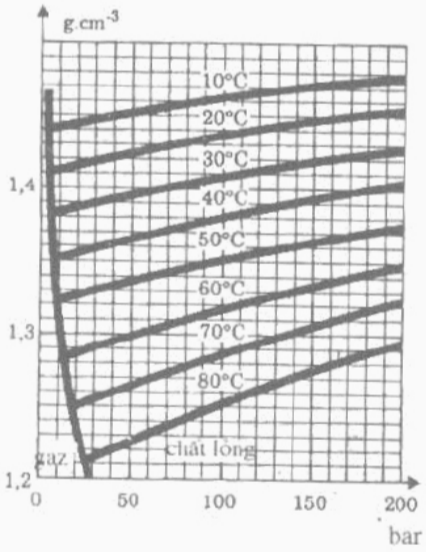
Nhiệt độ (°C)	−30	−20	−10	0	10	20	30	40	50	60	70
Áp suất (kPa)	121	181	261	367	501	670	877	1127	1426	1779	2193

Clo là một khí kích thích và độc. Ở trạng thái nguyên chất và khô nó không ăn mòn, ngược lại khi có độ ẩm thì có tính ăn mòn rất mạnh. Nó đặc trưng bởi tính phản ứng cao với phần lớn các đơn chất và nó có thể tạo phản ứng với amoni, hyđrô.

Khối lượng thể tích (hình 243.).

3.3.6. Amoniac

Áp suất hơi của amoniac lỏng:



Hình 243. *Sự thay đổi khối lượng thể tích của clo*

Áp suất hơi chất lỏng Ammoniac

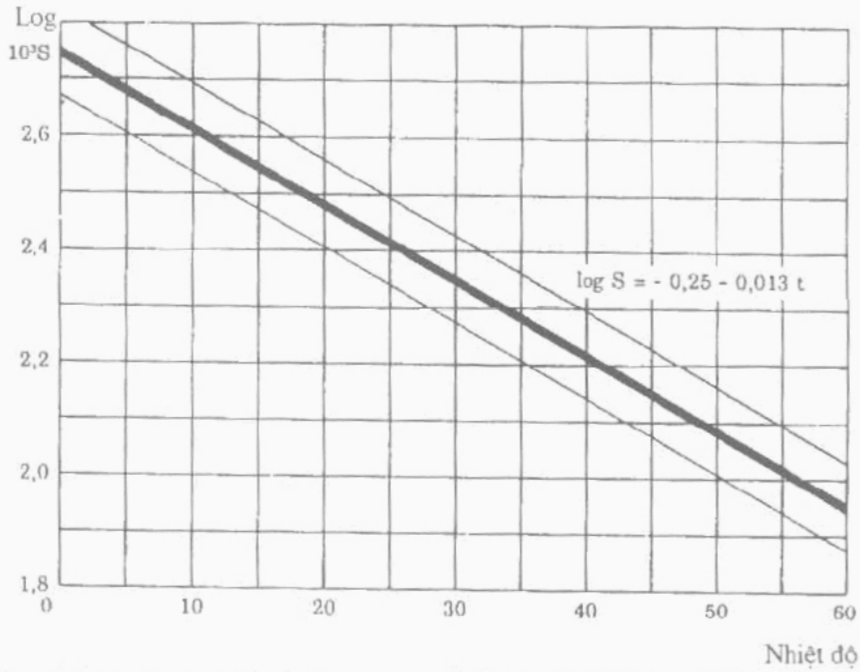
Nhiệt độ (°C)	Áp suất (kPa)
− 31	100
0	420
10	610
20	850
30	1.160
40	1.570
50	1.960

Quy định các bình chứa phải dán mác chịu được áp suất 2.000 kPa và thử với áp suất 3.000 kPa.

http://tieulun.hopto.org

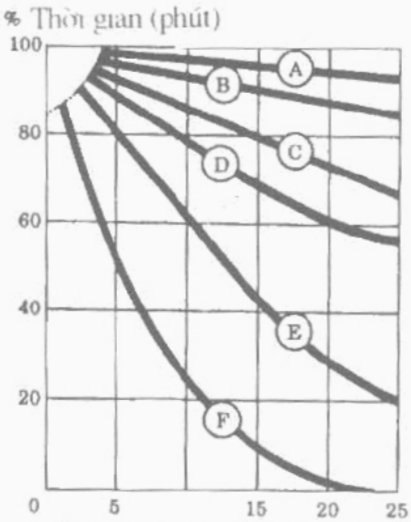
3.3.7. Ôzôn

3.3.7.1. Độ tan của ôzôn trong nước



Hình 244. *Độ tan của ôzôn trong nước S (mg/lít) trong nước (mg/lít) trong khí mang nó*

3.3.7.2. Sự thay đổi lượng ôzôn dư phụ thuộc vào độ pH và nhiệt độ của nước

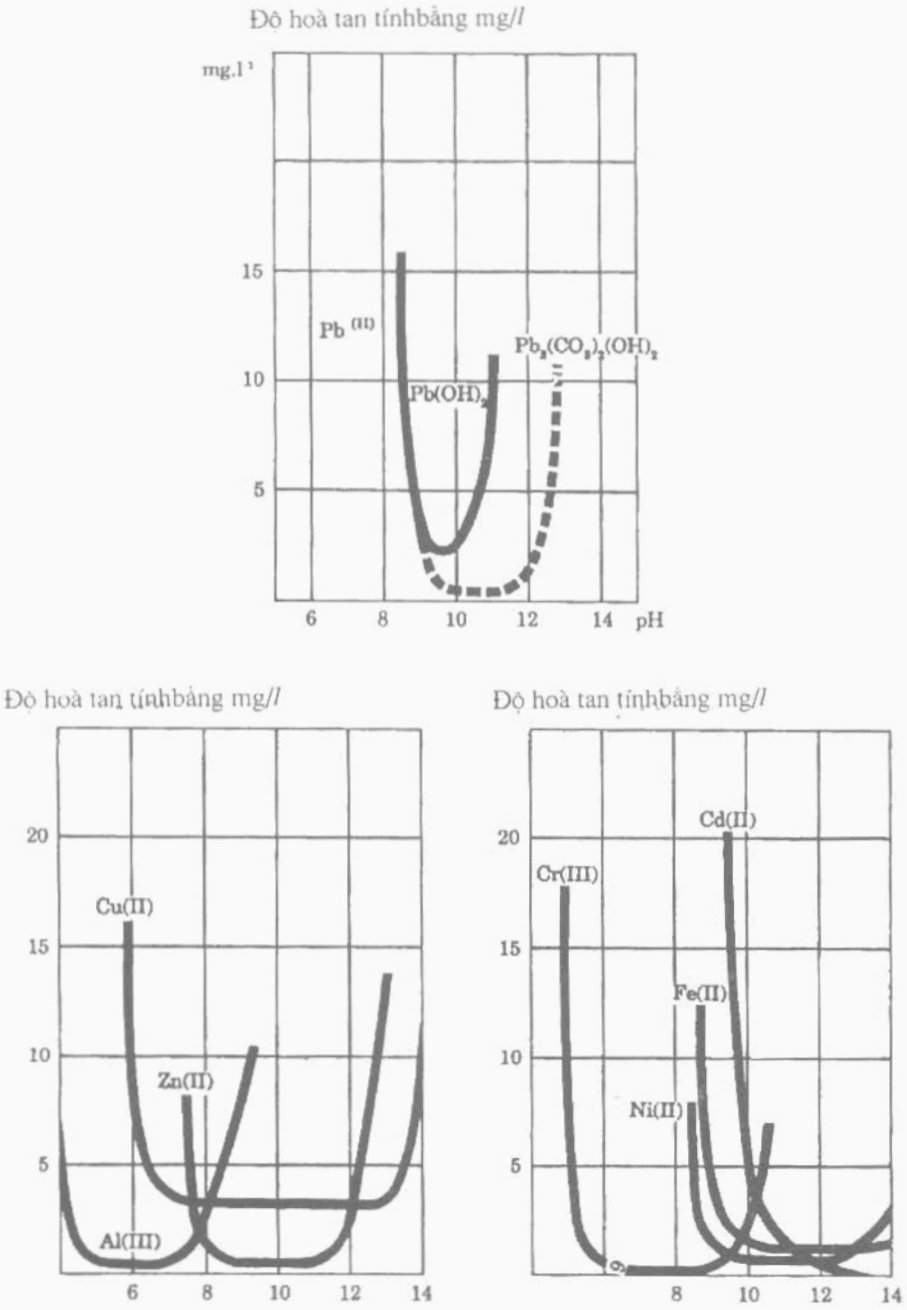


	Nhiệt độ °C	pH
A	1	7,6
B	10	7,6
C	15	7,6
D	20	7,6
E	15	8,5
F	15	9,2

Hình 245. *Sự biến mất của ôzôn dư*

http://tieulun.hopto.org

3.4. Giới hạn kết tủa của kim loại dưới dạng hydroxyt



Hình 246. Độ hoà tan của kim loại phụ thuộc vào độ pH

http://tieulun.hopto.org

3.5. Các chất phản ứng chính dùng trong xử lý nước

3.5.1. Làm trong nước

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Sunfat nhôm $Al_2(SO_4)_3$. $18H_2O$	666	Làm đông tụ	Cục, hạt, bột lỏng	17-18%Al_2O_3 7,5- 8% Al_2O_3 (630-650g/l) $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$	1 1,45	600g/l	+3	Sản phẩm axít nhưng ít nguy hiểm
Hydro clo Sunfat nhôm Cl_mSO_{4m} $Al(OH)_{3-(m+2n)}$		Làm đông tụ	Lỏng	$Al_2O_3$10% trọng lượng				Sản phẩm axit Trong số những sản phẩm được sử dụng ở thị trường
Sunfat sắt II $FeSO_4.7H_2O$	278	Làm đông tụ	Bột xanh	20%Fe	0,9	390g/l		Sản phẩm có tính axít ít nguy hiểm
Sunfat sắt III $Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$	562	Làm đông tụ	Bột trắng	25-26%Fe	1,0	Dễ hoà tan		Tính chất axít ăn mòn
Clorua sắt III • $FeCl_3.6H_2O$ (rắn)	270	Làm đông tụ		60%$FeCl_3$		1.026g/l		Tính chất axít ăn mòn nóng chảy ở +34°C
• $FeCl_3$ (35%) dung dịch	162	Làm đông tụ	Dạng tinh chế thăng hoa lỏng	99%$FeCl_3$ 41% $FeCl_3$ (600g/l)	1,45	-	-10	
Cloro-sunfát sắt ($FeClSO_4$)	187	Làm đông tụ	Dung dịch xám hồng	14%Fe (200g/l)	1,5	-	-8	Sản phẩm axit (dung dịch kết tinh 160g/l ở -30°C tên thương mại là CLAIRTAN
Silicat natri n SiO_2. Na_2O	122	Làm kết bông	Lỏng	24-26% SiO_2 26-28%SiO_2 27-28%SiO_2	1,35 1,38 1,4		0	Dung dịch nhớt
Aluminat natri	-	Kết bông loại bỏ	Tinh thể	20-40%Al_2O_3 35%Na_2O	1	1.000g/l		
nNa_2O. $Al_2O_3.H_2O$		silic	Long	21%Al_2O_3 (310g/l) 18%Na_2O 60%H_2O	1,48	-	- 20°	

http://tieulun.hopto.org

3.5.2. Axit

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Axít sunfuaric	98	Khử muối khoáng trung hoà	Lỏng	92%	1,83		-24	Toả nhiệt lớn khi pha loãng
H_2SO_4				96%	1.84		11	
				98%	1.84		0	
Axít clo hydric HCl	35,5	Khử muối khoáng trung hoà	Lỏng	33-35%HCl (380-410g/l)	1,18		-30 và - 40	Axít mạnh nguy hiểm
Axít nitric	63	Khử muối khoáng trung hoà	Lỏng	56-58%HNO_3 (750g/l)	1,35			Axít mạnh nguy hiểm
HNO_3				92,6%HNO_3				Chất oxy hoá mạnh

3.5.3. Bazơ

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Xút ăn da	40	Khử khoáng chất	Chất rắn	98%NaOH		52% hay		Chất rắn ăn mòn da nguy hiểm
NaOH		Trung hoà	Chất lỏng	33% (450g/l)	1,36	800g/l	+7	
				49%(790g/l)	1,51		+10	
Vôi bột $Ca(OH)_2$	74	Kết bông Khử cacbon Trung hoa Tái tạo khoáng chất	Dạng bột đặc trưng bằng mất rây	92-99% $Ca(OH)_2$	0,4 đến 0,5	16g/l		Rây thông dụng Rây 120 có từ 50 đến 60 micron phân tử.
Vôi sống CaO	56	Kết bông làm mềm bằng vôi Trung hoà	Bột hay hạt	90-95%CaO	0.8 đến 1,2	1.3g/l		Sản phẩm hại da nguy hiểm hút ẩm nhiều Phản ứng toả nhiệt khi pha loãng.
Amoniac	35	Loại bỏ khoáng chất Điều hoà	Lỏng	28% NH_3 64%NH_4OH 20% NH_3	0,92 0,95		-	Sản phẩm kiềm.

http://tieulun.hopto.org

3.5.4. Các chất khử trùng

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Clorit natri $NaClO_2$	90,5	Khử trùng cho điều chế dioxyt clo	Kết tinh dạng kim	80% $NaClO_2$	0,65	390g/l	-	Sản phẩm huỷ bỏ với các chất gây bệnh truyền nhiễm và các chất hữu cơ (gỗ, giấy, ...) Mạo hiểm trong sử dụng sản phẩm oxit kiềm . Sản phẩm không ổn định.
			Dung dịch	25%$NaClO_2$	1,21		-8 đến -10	
Hypoclorit natri NaClO (nước Javen)	74,5	Khử trùng	Chất lỏng màu vàng nhạt	47-50% Clo tương đương với 150g/l Clo hoạt tính	1,21		-15	Sản phẩm oxit kiềm Bằng tính chất vật lý ô nhiễm
Hypoclorit canxi $Ca(ClO)_2 2H_2O$	179	Khử trùng	Bột	92-94% 600g/kg Cl_2 hoạt tính	1	Rất dễ hoà tan	-	Không được vượt quá sự tập 60 g/l.
Permanganat kali $KMnO_4$	158	Khử trùng Ôxy hoá	Bột dạng vảy màu tím		0,8 đến 1,2	30g/l	-	Sản phẩm oxit
Peroxyt hydrogien H_2O_2	34	Khử trùng Ôxy hoá	Chất lỏng không màu	35% H_2O_2	1,13		-33	Kiểm việc trao đổi vật liệu dễ cháy
				50% H_2O_2	1,19		-43	
				70% H_2O_2	1,29		-38	

http://tieulun.hopto.org

3.5.5. Các chất loại bỏ cacbonát

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Cacbonat - natri Na_2CO_3. $10H_2O$	286	Kết bông Trung hoà Khử cácbon	Chất rắn Bột trắng	99% Na_2CO_3	2,53	395g/l	-	Bazơ ít nguy hiểm
Clorua - magiê $MgCl_2$ $6H_2O$	203	Khử cacbonat	Kết tinh	19% MgO		1,67g/l	-	
Ôxy magê MgO	40	Khử cacbonat	Bột	98% MgO		Rất ít hoà tan (6mg/l)		Dùng chất magiê để đạt được việc kết tủa.

3.5.6. Điều hoà nước nồi hơi

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Phôtphat disodic Na_2HPO_4 $2H_2O$	358	Điều hoà	Kết tinh	20% P_2O_5	1,52	41g/l		Sản phẩm kiềm ít nguy hiểm hoà tan từ 80°C: 874g/l
Phốtphát trisodic Na_3PO_4.12H_2O	380	Điều hoa	Kết tinh	20%P_2O_5	1,62	15 g/l		Hoà tan từ 80°C: 57g/l

http://tieulun.hopto.org

3.5.7. Chất đa điện ly

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Chất keo tụ loại KEMAZUR 4516	10^4	Làm trong Lọc Tuyển nổi	Lỏng (hoà tan)	Polyamin pH – 2.5 cation trung bình	1.06	Trộn được vào nước với mọi tỷ lệ	- 2	Sản phẩm bất ổn định khi hoà tan mạnh (từ 5%)
Chất keo tụ loại KEMAZUR 4553	5×10^4	Làm trong Lọc Tuyển nổi	Lỏng (hoà tan)	Poly amin pH = 5.5 cation mạnh	1,16	Trộn được vào nước với mọi tỷ lệ	-18	
Chất kết bông cation CS 245	$1,1\times10^7$	Làm khô bùn hữu cơ	Bột	Aoujlamit đồng trùng hợp tải trọng biểu kiến 0,85	1	5g/l	0	Độ nhớt 750 xenti poazơ
Chất kết bông anion loại AS25 hay APS 25	10^7	Làm trong nước	Bột	Aoujlamit đồng trùng hợp tải trọng biểu kiến 0,8	1	5g/l	0	Độ nhớt 120 xenti poazơ
Chất kết bông cation loại PE23	6×10^6	Làm trong Kết bông	Lỏng (nhũ)	Acrylamit đồng trùng hợp dạng nhũ trong dung môi	1.02	10g/l	-10	Cần thiết điều chế như dạng bột
Chất kết bông anion loại PE 14	15×10^7	Làm trong Tuyển nổi	Lỏng (nhũ)	Acrylamit đồng trùng hợp dạng nhũ trong dung môi	1,02	15g/l	-10	

http://tieulun.hopto.org

3.5.8. Các chất oxy hoá

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỉ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Axit Persunfuric H_2SO_5	114	Chất oxy hoá, khử xyanua	Lỏng	200g/l H_2SO_5	1,3		-25	Axit nguy hiểm (oxy hoạt tính 2,1%) Tên thương mại: axit CARO
Hypoclorit natri	Xem mục 3.5.4.							
Hypoclorit canx	Xem mục 3.5.4.							
Permangat kali	Xem mục 3.5.4.							
Peroxyt hydrô	Xem mục 3.5.4.							

3.5.9. Các chất khử

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỉ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Bisunfit natri $NaHSO_3$	84	Loại bỏ Hoà tan ôxy	Lỏng	23-25% SO_2 (300g/l)	1,32		+3	Chất ăn mòn
Hypounfit natri $Na_2S_2O_4$	118		Bột		1,2	700g/l	-	Chất kiềm
Sunfit natri $Na_2SO_3.7H_2O$	252		Kết tinh	48% SO_2			-	Chất trung tính Hoà tan ở: 0°C 327g/l; 40°C 1960g/l.
Sunfit natri anhydrat Na_2SO_3	126		Kết tinh	60- 62% SO_2			-	Hoà tan ở: 0°C 125g/l; 40°C 283g/l.

http://tieulun.hopto.org

3.5.10. Các chất khác

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Dạng sẵn có	Tính chất	Tỷ trọng	Độ tan ở 20°C	Điểm kết tinh	Ghi chú
Axít phốtpho H_3PO_4	98	Thực phẩm	Chất lỏng	45% H_3PO_4 67%H_3PO_4	1.75 1,72			Độ hoà tan ở 10°C 575g/l
Sunfat amnmôni $(NH_4)SO_4$	132	- nt -	Bột màu xanh lục	20-21%N 23-24%S	1,77			Sản phẩm vô hại
Photpho ammôni $(NH_4)HPO_4$	132	- nt -	Rắn (bột)	40%N				Sử dụng ở dạng lỏng
Cacbônat canxi $CaCO_3$	100	Muối khoáng. Trung hoà Làm sạch bùn	Tinh thể, hạt		2,7	14mg/l		Sản phẩm vô hại
Bicacbonat canxi $NaHCO_3$	84	Làm mềm (tái sinh)	Bột kết tinh	99,7%	2,22	96mg/l		Tỷ trọng theo sự biến dạng 0,9 - 1,4
Clorue natri NaCl	58,5	Làm mềm (Tái sinh)	Kết tinh dạng hạt	97% NaCl	2,16	300mg/l		Sản phẩm không độc hại
Flurue natri NaF	42	Nước làm sạch	Bột dạng viên trắng					Ăn mòn
Axit citri $C_6H_8O_7$	192	Màng thấm	Bột dạng viên trắng hoặc tinh thể không màu		1,5 2			Sản phẩm axít ít độc hại

http://tieulun.hopto.org

3.5.11. Gaz

Tên gọi	Khối lượng mol	Công dụng	Hình dáng	Tỷ trọng	Điểm kết tinh	Ghi chú
SO_2	64	Ma crôm	Khí không mầu	2,264	-10	Khí kích thích
NH_3	17	Khử khoáng	Khí không mầu	0,597	-33	Khí kích thích tan trong nước 33% trọng lương ở nhiệt độ 20°C
Cl_2	70,9	Ôxy hoá khử trùng	Khí có mầu vàng xanh nhạt	2,49	-34	Khí kích thích tan trong nước 7,3g/l ở 20°C
CO_2	44	Khoáng hóa	Khí không mầu	1,96	-78	Thực phẩm sử dụng được cho nước uống

http://tieulun.hopto.org

4. THUỶ LỰC

4.1. Tổn thất cột áp do ma sát trong mạng ống dẫn nước

4.1.1. Công thức kinh nghiệm

Rất nhiều tác giả như Prony, Flamant, Darcy và Lévy đã đề nghị tính tổn thất này bằng các công thức thực nghiệm trên cơ sở một số các thử nghiệm thực tế với các loại đường ống và chỗ nối, các công thức này không còn phù hợp nữa với chế tạo hiện đại. Mặt khác các công thức này không phản ánh bản chất vật lý của các hiện tượng và các kết quả thu được chỉ gần đúng. Cho nên nó chỉ còn sử dụng rất ít. Công thức thực nghiệm của William và Henri, tuy đã cổ điển, nhưng vẫn còn sử dụng ở Mỹ có dạng:

$$J = 6{,}815 \left(\frac{V}{C_{wh}} \right)^{1{,}852} D^{-1{,}167}$$

Hệ số C_{wh} thay đổi theo đường kính và trạng thái mặt trong của ống dẫn.

4.1.2. Công thức Colebrook rút ra từ các thí nghiệm của Nikuradze

Với: $$J = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{V^2}{2g};$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left[\frac{k}{3{,}7D} + \frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}} \right]$$

Trong đó:

J - Tổn thất áp lực do ma sát, tính bằng m cột nước/m đường ống;

λ - Hệ số tổn thất áp lực;

D - Đường kính ống hay đường kính thuỷ lực đối với ống dẫn có dạng không trụ tròn (m);

V - Tốc độ dòng chảy (m/s);

g - Gia tốc trọng trường (m/s^2) (= 9,81 m/s^2 Pari);

k - Hệ số nhám tương đương của thành cống (m);

Re - Hệ số Reynol = $\frac{VD}{\nu}$, trong đó ν là độ nhớt động lực học của nước (m^2/s) ở áp suất chuẩn.

t°C	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\nu \times 10^{-6}$	1,792	1,52	1,31	1,14	1,006	0,80	0,66	0,56	0,48	0,41	0,36	0,33	0,30

http://tieulun.hopto.org

• *Lựa chọn hệ số nhám*

Sự lựa chọn hệ số nhám xác định độ chính xác tính toán tổn thất cột áp do ma sát. Đối với các ống dẫn nước, nó liên quan đồng thời đến bản chất của thành ống và sự thay đổi mặt thành ống theo thời gian và đặc tính hoá lý của nước vận chuyển.

- Các ống trơn không ăn mòn và không có cáu cặn

Các điều kiện này được áp dụng cho nước không ô nhiễm trong các ống dẫn bằng vật liệu dẻo, fibrôximăng, ximăng đúc ly tâm, tất cả các vật liệu không gỉ hay có phủ một lớp trơn có chất lượng tốt. Hệ số nhám trong thực tế giữ ở mức k = 0,1mm, nhưng do có sự biến chất nhỏ không thể tránh khỏi theo thời gian, nên ta chấp nhận về mặt lý thuyết k = 0,03mm ở trạng thái mới. Đối với tất cả các vật liệu thông dụng, hệ số nhám k trong điều kiện bình thường như sau:

Vật liệu	k (mm)	Vật liệu	k (mm)
Thép mới	0,1	Đồng thau, đồng, chì	0,01
- phủ chất dẻo	0,03	Nhôm mới	0,015-0,06
- láng trơn	0,03	Bêtông đúc ly tâm	0,03
Gang mới	0,1- 1	- bêtông mới, láng bóng	0,2 -0,5
phủ bitum	0,03-0,2	- bêtông mới, láng thô	1,0 -2,0
- phủ ximăng	0,03-0,1	Fibrôximăng mới	0,03- 0,1
Chất dẻo	0,03-0,1	Sành tráng men	0,1-1,0

- Các ống có khả năng ăn mòn và đóng cặn

Khi dòng nước có khả năng ăn mòn và xâm thực, đóng cáu cặn hay có nhiều chất rắn lơ lửng chảy qua các ống này, ta chấp nhận hệ số nhám trung bình sẽ đạt được khoảng k = 2mm. Đối với nước không clo hóa trước xâm thực và đóng cáu ít, có thể lấy k = 1mm. Với nước thô ít cặn lơ lửng và nước đã lọc, không có tính xâm thực và đóng cáu, đã được xử lý chống rêu tảo có thể chọn k = 0,5mm.

Với nước có chất lượng trung bình, trị số tổn thất áp lực T cho trong bảng sau có thể dùng như một phương tiện số học để xác định giá trị ban đầu cột áp của "ống mới" và "ống cũ".

• *Tính toán theo đồ thị tiêu chuẩn*

Đồ thị hình 247 áp dụng cho các ống công nghiệp có thành nhám khác nhau cho các giá trị λ khác nhau dùng trong công thức Colebrook tuỳ thuộc vào số Re, tương ứng với điều kiện dòng chảy thực và độ nhám tương đối k/D của thành ống.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 58, cho giá trị của tỷ số λ/D lấy ra từ đồ thị cho một số giá trị thông dụng của hệ số k. Nó cho phép tính toán một cách dễ dàng tổng các tổn thất áp suất do ma sát và đặc biệt Δh (tính bằng m cột nước):

$$\Delta h = JL + K\frac{V^2}{2g} = \left(\frac{\lambda}{D}L + K\right)\frac{V^2}{2g}$$

Trong đó. L - Chiều dài tổng cộng của một đoạn đường ống có đòng chảy với tốc độ V (m/s);

K - Tổng các hệ số tổn thất áp lực trong các thiết bị hoặc mối nối đặt liên tiếp trong đoạn đường ống này.

Ghi chú: Nếu Le là chiều dài ống dẫn thẳng tương đương với các điểm có tổn thất cục bộ, ta có quan hệ sau: $Le = \frac{K}{(\lambda/D)}$; $\Delta h = \frac{\lambda}{D}(L + Le)\frac{V^2}{2g}$.

4.1.3. Ống dẫn có dạng bất kỳ

Để sử dụng các công thức trên, ta dùng khái niệm đường kính thuỷ lực Dh tương đương với đường kính của một ống hình trụ tròn. Nếu S là tiết diện của ống và p là chu vi thì $Dh = \frac{4S}{p}$. Đối với ống có tiết diện hình chữ nhật có hai cạnh a và b thì $Dh = \frac{2ab}{a + b}$.

4.1.4. Ống dẫn tròn không chảy đầy

Gọi: q (lít/s) là lưu lượng của ống dẫn đường kính D có độ dốc p (mm/m) và độ đầy X% đường kính của ống; Q (lít/s) lưu lượng của ống dẫn có đường kính D chảy đầy toàn bộ tiết diện ống, có tổn thất áp lực p (mm/m) bằng độ dốc.

Biết rằng D và p (nghĩa là Q) là các thông số đã biết thì lưu lượng cần tìm q cho bởi quan hệ:

$$q = mQ$$

Giá trị m cho ở bảng dưới đây tuỳ thuộc vào X %:

X%	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
m	0,08	0,13	0,185	0,25	0,32	0,40	0,50	0,58	0,67	0,74	0,82	0,89

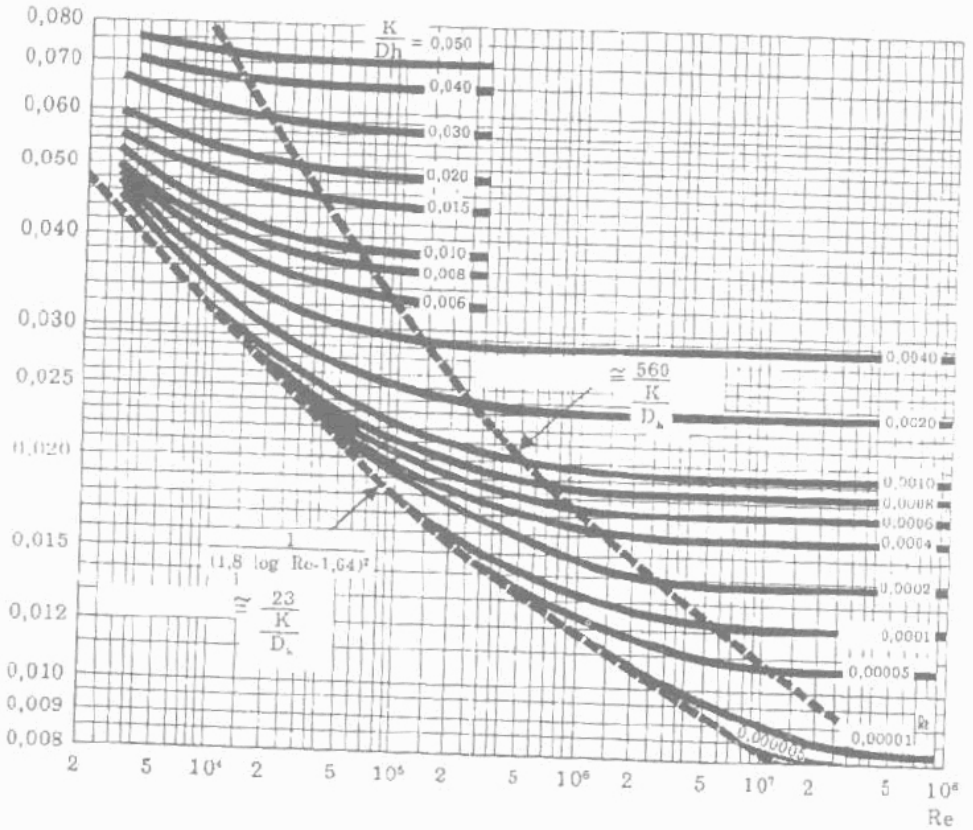
http://tieulun.hopto.org

Bảng 58. Các giá trị khác nhau của tỉ số λ/D

Đường kính (mm)	Hệ số λ/D với độ nhám bằng:			
	k = 0,1mm	k = 0.5mm	k = 1mm	k = 2mm
1	2	3	4	5
0,025	1,26	2	2,84	
0,030	1,02	1,54	2,00	2,71
0.040	0,700	1,04	1,34	1,80
0,050	0,528	0,78	0,985	1,30
0,065	0,35	0,500	0,615	0,80
0,080	0,290	0,413	0,512	0,660
0,100	0,222	0,310	0,380	0,490
0,125	0,168	0,232	0,284	0,360
0,150	0,133	0,182	0,223	0,280
0,200	0,0935	0,128	0,153	0,190
0,250	0,0710	0,096	0,114	0,141
0,300	0,0573	0,076	0,090	0,110
0,350	0,0475	0,0625	0,0735	0,0900
0,400	0,0400	0,0530	0,0625	0,0758
0,450	0,0351	0,0460	0,0538	0,0650
0,500	0,0308	0,040	0,047	0,0566
0,600	0,0245	0,0322	0,0371	0,0477
0,700	0,0206	0,0266	0,0307	0,0368
0,800	0,0157	0,0225	0,0260	0,0310
0,900	0,0151	0,0194	0,0225	0,0267
1,000	0,0134	0,0170	0,0197	0,0234
1,100	0,01163	0,015	0,01754	0,0209
1,200	0,0104	0,01358	0,01583	0,01875
1,250	0,0102	0,0130	0,0150	0,0177
1,300	0,00946	0,0123	0,0142	0,01676
1,400	0,00878	0,01128	0,01307	0,01535
1,500	0,00827	0,104	0,0120	0,0140

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5
1,600	0,00737	0,00956	0,01106	0,0131
1,700	0,00694	0,00882	0,0103	0,01235
1,800	0,00655	0,00833	0,00966	0,0111
1,900	0,00605	0,00773	0,00894	0,0104
2,000	0,00586	0,00735	0,0084	0,00980
2,100	0,00538	0,00690	0,00785	0,00928
2,200	0,00513	0,0065	0,00740	0,00881
2,300	0,00491	0,00621	0,00708	0,00834
2,400	0,00466	0,00591	0,00675	0,00791
2,500	0,00453	0,0056	0,0064	0,00745
Khoảng tốc độ dự kiến	1-3m/s	1-3m/s	≥ 1m/s	≥ 0,5m/s



Hình 247. Đồ thị chuẩn để xác định hệ số tổn thất áp lực do ma sát

http://tieulun.hopto.org

4.2. Tổn thất áp lực cục bộ trong các phụ tùng nối, van nước v.v... của đường ống

A. Sự thu hẹp đột ngột:

$$\Delta h = \frac{1}{2}(1 - \frac{D^2_2}{D^2_1}).\frac{V^2}{2g}$$



Trong đó: Δh - Tổn thất áp lực (m cột nước);

V - Tốc độ trung bình sau chỗ thu hẹp (m/s);

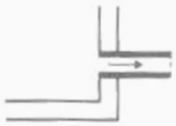
g - Gia tốc trọng trường bằng 9,81m/s^2;

D_1 - Đường kính ống dẫn trước chỗ thu hẹp (m);

D_2 - Đường kính ống dẫn sau chỗ thu hẹp (m).

• ***Trường hợp đặc biệt: chỗ xuất phát của ống dẫn từ một bể chứa lớn***

a) $\Delta h = \frac{1}{2}\frac{V^2}{2g}$

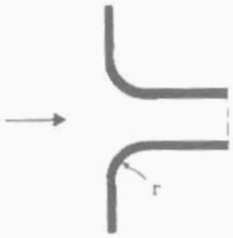


b) Có chỗ nhô vào trong bể chứa (chỗ nhô lớn hơn 1/2 đường kính): $\Delta h = \frac{V^2}{2g}$



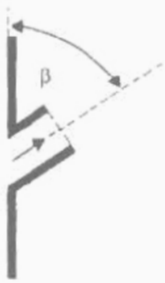
c) Ống nối có lượn góc (nếu $\frac{r}{D} > 0,18$) thì:

$\Delta h = 0,05\frac{V^2}{2g}$



d) Lắp xiên với các ống đứng: $\Delta h = K.\frac{V^2}{2g}$

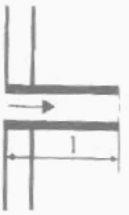
Với $K = 0,5 + 0,3\cos\beta + 0,2\cos^2\beta$



http://tieulun.hopto.org

β	20°	30°	45°	60°	70°	80°	90°
K	0,96	0,91	0,81	0,70	0,63	0,56	0,50

e) Chảy qua ống ngắn tiêu chuẩn:



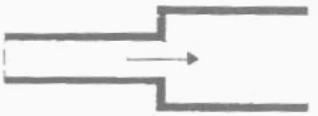
$$\Delta h = 1,5.\frac{V^2}{2g}$$

Với $2D < i < 5D$

B. Ống mở rộng đột ngột

$$\Delta h = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \frac{V_1^2}{2g}\left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2$$

Trong đó:



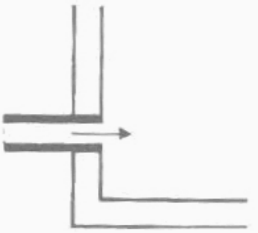
V_1 - Vận tốc trung bình trước chỗ mở rộng (m/s);

V_2 - Tốc độ trung bình sau chỗ mở rộng (m/s);

D_1 - Đường kính ống trước chỗ mở rộng (m);

D_2 - Đường kính ống sau chỗ mở rộng (m).

• *Trường hợp đặc biệt: ống dẫn vào một bể chứa lớn*



$$\Delta h = \frac{V^2}{2g}$$

Nói chung công thức tính như trên có hệ số α:

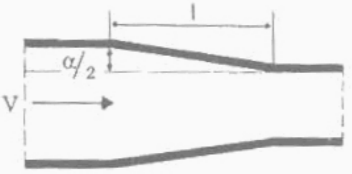
$$\Delta h = \alpha\frac{V^2}{2g};\ 1,06 < \alpha < 1,1.$$

C) Hình côn trụ: $\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2$

- Tổn thất do ma sát (Δh_1): Trước hết ta tính tổn thất áp lực $\Delta h_1'$ trong một ống hình trụ có cùng chiều dài và tiết diện bằng tiết diện lớn $\Delta h_1 = x.\Delta h_1'$.

Với $x = \frac{n(n^4-1)}{4(n-1)}$; ở đây $n = \frac{D}{d}$.

Trong đó:



D - Đường kính phần trụ lớn,

d - Đường kính trụ nhỏ.

- Tổn thất dòng chảy (Δh_2): $\Delta h_2 = K.\frac{V^2}{2g}$

http://tieulun.hopto.org

Trong đó: V - Tốc độ được tính trong tiết diện lớn (m/s).

Còn giá trị hệ số K cho ở bảng sau:

n = D/d	1,15	1,25	1,50	1,75	2	2,5
Góc ở đỉnh						
6°	0,006	0,018	0,085	0,230	0,500	1,50
8°	0,009	0,028	0,138	0,373	0,791	2,42
10°	0,012	0,040	0,200	0,530	1,050	3,40
15°	0,022	0,070	0,344	0,934	1,980	6,07
20°	0,045	0,120	0,600	1,730	3,500	11,00
30°	0,280	0,250	1,250	3,400	7,000	

D. *Hình côn phân kỳ*

Công thức Lorenz

$$\Delta h = \left(\frac{4}{3}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\right)\frac{V_1^2}{2g};$$

Trong đó:

α - Góc đỉnh phân kỳ;

V_1 - Tốc độ trong ống trước chỗ phân kì.



E. *Khuỷu (cút)*

a) Cút

- Khuỷu uốn cong:

$$\Delta h = K.\frac{V^2}{2g}$$

Giá trị của K cho trong bảng dưới đây với bán kính cong của cút tính bằng met và d là đường kính trong của ống (m).



r/d	1	1,5	2	3	4
δ = 22,5°	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08
δ = 45°	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15
δ = 60°	0,25	0,22	0,21	0,20	0,19
δ = 90°	0,33	0,29	0,27	0,26	0,26
δ = 135°	0,41	0,36	0,35	0,35	0,35
δ = 180°	0,48	0,43	0,42	0,42	0,42

- Cút dẫn vào bể chứa đầy (k toàn phần)

δ = 90°	0,68	1,64	1,62	1,61	1,61

http://tieulun.hopto.org

Đối với cút cong 3d:

2r = 3d hay r/d = 1,5





b) Khuỷu uốn ống biến:

$$\Delta h = k.\frac{v^2}{2g}$$

δ	22°5	30°	45°	60°	75°	90°
K	0,17	0,20	0,40	0,70	1,00	1,50

F. *Ống nối chữ T*

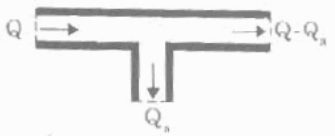
Giả sử: - Ống nối có cùng đường kính như ống chính (T đều);
- Chỗ nối có góc vuông.

- Tê nối lấy nước từ ống chính: $\Delta h = k.\frac{v^2}{2g}$

Trong đó:

Q - Lưu lượng tổng (m^3/s);

Q_a - Lưu lượng trong ống lấy ra (m^3/s);



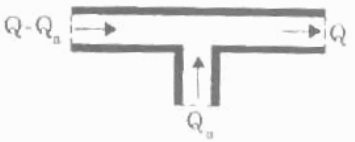
V - Tốc độ dòng chảy tổng (m/s);

Kb - Hệ số tổn thất ở đầu ra;

Kr - Hệ số tổn thất ở đoạn thẳng (có hai đầu nối)

Q_a/Q	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Kb	(1,0)	1,0	1,01	1,03	1,05	1,09	1,15	1,22	1,32	1,38	1,45
Kr	0	0,004	0,02	0,04	0,06	0,10	0,15	0,20	0,26	0,32	(0,40)

- Tê nối đưa nước vào ống chính:



$$\Delta h = k.\frac{V^2}{2g}$$

Q - Lưu lượng tổng;

Q_a - Lưu lượng nước cấp đến m^3/s.

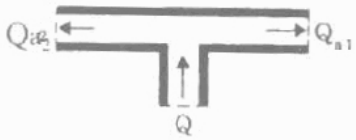
Q_a/Q	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Kb	(–0,60)	–0,37	–0,18	–0,07	+0,26	0,46	0,62	0,78	0,94	1,08	1,20
Kr	0	0,16	0,27	0,38	0,46	0,53	0,57	0,59	0,60	0,59	0,55

http://tieulun.hopto.org

- Tê hàn đối xứng, tách hai dòng:

$$Kr_1 = 1+0,3\left(\frac{Q_{a1}}{Q}\right)^2$$

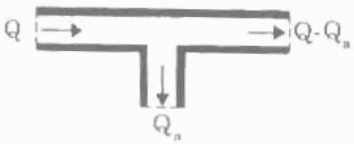
$$Kr_2 = 1+0,3\left(\frac{Q_{a2}}{Q}\right)^2$$



- Tê thép hàn đối xứng, hợp nhất hai dòng

$$Kr_1 = 2+3\left[\left(\frac{Qa_1}{Q}\right)^2 - \frac{Qa_2}{Q}\right]$$

$$Kr_2 = 2+3\left[\left(\frac{Qa_2}{Q}\right)^2 - \frac{Qa_1}{Q}\right]$$



G. *Van và vòi nước*: $\Delta h = K.\frac{V^2}{2g}$

- Van quan hay van bướm:

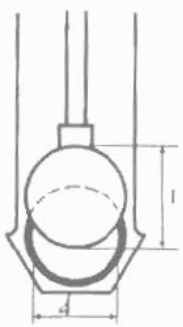


Hệ số tổn thất phụ thuộc vào góc mở của van, vào tiết diện thuỷ lực của van bướm. Bảng dưới đây cho một số giá trị thường dùng, là những chỉ số tốt để chế tạo van có độ chính xác cao.

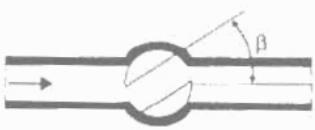
β	0°-5°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°
k	0,25-0,30	0,52	1,54	3,91	10,8	18,7	32,6	118	751

l/d	0	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
K	0,12	0,15	0,26	0,81	2,06	5,52	17	98

l/d: Giá trị giảm của cửa van.



- Van cầu



http://tieulun.hopto.org

β	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°
K	0,31	1,84	6,15	20,7	41	95,3	275

-Van một chiều



β	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°
K	90	62	42	30	20	14	9,5	6,6	3,2	1,7

H. *Van mở hết và phụ tùng ghép nối*: $\Delta h = K.\frac{V^2}{2g}$

	K bình thường	K thay đổi
Van đế song song	0,12	0,08 - 0,2
Van cửa hình nêm		0,15 - 0,19
Van góc		2,1 - 3,1
Van kim		7,2 - 10,3
Van đóng trực tiếp theo ren	6	4 - 10
Vòi góc		2 - 5
Van phao	6	
Vòi nút chặn		0,15 - 1,5
Van lá một chiều	2 - 2,5	1,3 - 2,9
Van chân đế	0,8	
Nối bằng măng sông		0,02 - 0,07

Hệ số C_v của van: Đối với các van và đặc biệt là các van điều chỉnh hệ số tổn thất áp lực không quan trọng bằng hệ số lưu lượng C_v của các độ mở khác nhau. Theo định nghĩa, C_v là lượng nước được tính bằng galon phút chảy qua phần bị thắt của ống và có tổn thất áp lực là 1p.si. Cái đó tương đương với lưu lượng nước đo bằng lít phút chảy qua đoạn ống thu hẹp gây ra một tổn thất áp lực bằng 5mét bar hay 0,05 mét cột nước.

Ta có: $$C_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta h}}$$

Trong đó: Q - Lưu lượng nước đo theo U.S. gpm (galon trên phút);

Δh - Tổn thất cột nước, theo p.s.i.

Hoặc đo bằng đơn vị thập phân: $C_v = 13,3\frac{Q}{\sqrt{\Delta h}}$

http://tieulun.hopto.org

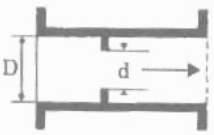
Trong đó: Q - Lưu lượng nước đo theo l/s;

Δh - Tổn thất cột nước tính theo mét cột nước.

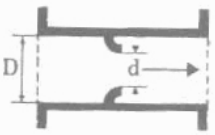
4.3. Tính toán áp lực âm của hệ thống



1. Ống Venturi



2. Vành chắn



3. Vòi tăng tốc

A. *Tính gần đúng*

$$h = K\frac{\rho}{1000}.\frac{V^2}{2g}(m^2 - 1) \quad \text{hay} \quad \frac{D^2}{d^2} = m = \sqrt{\left(\frac{1000.2gh}{K\rho V^2} + 1\right)}$$

Trong đó:

h - Áp lực âm tạo ra do thiết bị (tính bằng m cột nước ở 4°C có tỷ khối 1.000kg/m^3);

K - Hệ số thực nghiệm lấy gần bằng 1;

ρ - Tỷ khối của chất lỏng trong điều kiện dòng chảy thực (kg/m^3);

V - Tốc độ chất lỏng đưa vào thiết bị (m/s);

g - Gia tốc trọng trường (m/s^2);

D - Đường kính ống (m);

d - Đường kính dòng chất lỏng ở chỗ thu hẹp nhất (m);

m - Tỷ số giữa tiết diện ống với tiết diện chất lỏng ở chỗ thu hẹp nhất.

• *Tính lỗ mở của một vành chắn*

Đường kính thực do của lỗ mở của vành ngăn $d_0 = \frac{d}{0,8}$

• Tổn thất áp của vành chắn (với Re > 10^5): $h = \frac{K}{1000}.\frac{V^2}{2g}$

http://tieulun.hopto.org

Với: $$K = \left(1 + 0{,}707\sqrt{1 - \frac{d_0^2}{D^2}} - \frac{d_0^4}{D^4}\right)^{-2}\left(\frac{D^2}{d_0^2}\right)^2$$

Đối với vành chắn mép sắc, lỗ mở trên vành có đường kính do có cùng đơn vị đo với đường kính trong D của ống.

B. Tính toán chính xác một hệ đo áp lực âm

Xem xét các tiêu chuẩn của nước Pháp: NF X-10.101, NF X-10-102 và NF X-10-110.

Các điều kiện lắp đặt: Các vành chắn, vòi tăng tốc, ống Venturi phải đặt ở đoạn ống dẫn thẳng. Phần trước có chiều dài ít nhất bằng 10D và phần phía sau lớn hơn 5D. Các giá trị nhỏ nhất này còn được tăng lên để sự thu hẹp dòng chảy nhỏ đi. Đối với các ống Venturi cổ điển, chiều dài nhỏ nhất của đoạn thẳng phía trước chỉ bằng từ 1,5 đến 6D tuỳ theo độ hẹp. Chiều dài ống Venturi được xác định bởi hệ số hình dạng đã được chuẩn hoá. Được chọn lựa chỗ thắt eo theo D - d.

4.4. Lưu lượng qua lỗ, vòi và ống ngắn

Lưu lượng $Q = kS\sqrt{2gh}$ (m^3/s).

Tốc độ trung bình $V = k\sqrt{2gh}$ (m/s).

Trong đó: S - Diện tích của lỗ đo ở tiết diện ngoài cùng (m^2);

g - Gia tốc trọng trường: 9,81 m/s^2;

h - Chiều cao cột nước trên lỗ đo từ mức của chất lỏng ở trước lỗ cho tới tâm của lỗ (m). Hệ số K dùng ở đây có quan hệ với hệ số K ở mục trên theo biểu thức $k = K^2$.

• *Công thức đơn giản với* k = 0,62: $Q \cong S\sqrt{h}$;

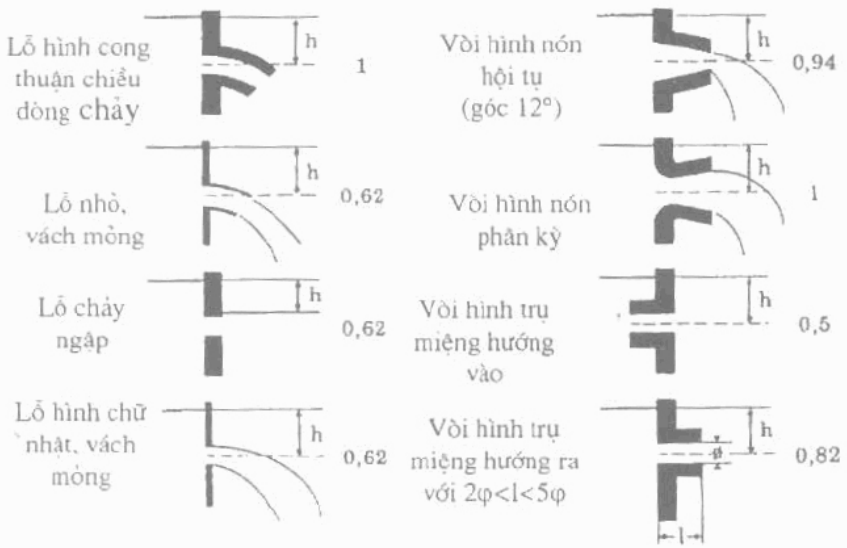
(m^3/s) (cm^2) (m).

• *Ống Pitot*: Loại này xác định lưu lượng tốt, không phải loại theo tiêu chuẩn, nó được sử dụng khi các thiết bị đo áp lực âm khó gắn vào các công trình xây dựng hoặc khó lắp đặt. Để đo áp lực hoặc lưu lượng trong ống, cuối đường cong của ống pitốt, điểm truyền áp lực thường đặt theo dọc trục của đường ống chính.

http://tieulun.hopto.org

Độ chênh áp suất hc bằng áp suất toàn phần trừ đi áp suất tĩnh do đó áp lực đông thực được chỉ trên thiết bị đo là hc. Nếu Vc là tốc độ tức thời của dòng chảy theo trục (m/s) và V_m là tốc độ trung bình (m/s) ở tiết diện có đường kính là D (m), đối với một chất lỏng có lưu lượng Q (m^3/s) với tỷ khối ρ (kg/m^3) thì độ chênh áp (tính bằng m cột nước) là:

$$hc = \rho\frac{V_c^2}{2g} = \rho\left[\frac{0{,}2874Q}{D^2\dfrac{V_m}{V_c}}\right]^2$$



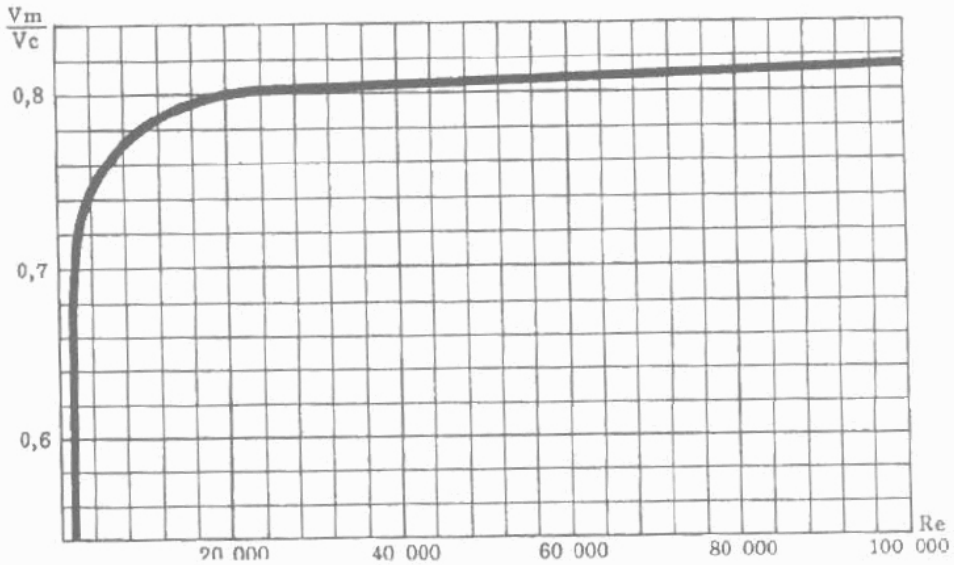
Ở đây tỷ khối trong điều kiện nhiệt độ tuyệt đối là T và áp suất tuyệt đối P, ta có thể tính tỷ khối ρ theo ρ_0 trong điều kiện chuẩn như sau:

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{P}{P_0}\frac{T_0}{T}$$

Khi dòng chảy phân bố đối xứng theo tiết diện ngang do chiều dài đoạn thẳng của ống dẫn dủ lớn. Đồ thị hình 248. cho biết giá trị V_m/V_C phụ thuộc và số Reynol Re.

Đối với các giá trị nhỏ của Re, tốc độ trung bình có thể tìm được bằng cách dịch chuyển ống Pitot trong tiết diện dòng chảy.

http://tieulun.hopto.org



Hình 248. *Giá trị Vm/Vc đối với các phép đo bằng ống Pitot*

4.5. Dòng chảy trong kênh hở

A. Công thức thực nghiệm tính tổn thất áp suất do ma sát

Chỉ có những công thức sau đây còn dùng để tính toán tổn thất áp suất do ma sát, công thức Maning-Stricler có xu hướng sử dụng rộng rãi hơn, do tính đơn giản và sự áp dụng chung cho tất các các dòng chảy đồng nhất trong các kênh hay sông ngòi.

- *Công thức Bazin:* $V = \dfrac{87\sqrt{RI}}{1 + \dfrac{\gamma}{\sqrt{R}}}$

- *Công thức Manning-Strickler :* $V = K_s.R^{2/3}.I^{1/2}$

Trong đó:

V - Tốc độ trung bình của dòng chảy ở tiết diện ngang (m/s);

R - Bán kính thuỷ lực hay bán kính trung bình (m) bằng tỷ số giữa tiết diện chất lỏng trong kênh (m^2) với chu vi ướt của dòng chảy (m);

I - Độ dốc của kênh tính bằng m/m;

γ và K_s hệ số nhám của thành kênh cho ở bảng sau:

http://tieulun.hopto.org

Bản chất của thành	γ	K
- Thành rắn phẳng (láng ximăng, gỗ bào)	0,06	100
- Thành quét ximăng thông thường	-	90
- Thành phẳng (gạch, đá to, bêtông thô)	0,16	70- 80
- Thành ít bằng phẳng (đá xây)	0,46	60- 70
- Thành phẳng hỗn hợp tự nhiên (bờ dốc có sửa phẳng hay ốp đá)	0,85	50- 60
- Thành bằng bờ dốc thông thường	1,30	40
- Kênh dẫn bằng đất có đá cuội ở đáy và thành cỏ	1,75	25- 35

Bản chất và độ nhám của thành bờ kênh có thể hạn chế tốc độ cực đại cho phép ở vùng lân cận thành.

Lưu lượng tới hạn có được trong kênh có tiết diện chữ nhật, chiều rộng l, chiều cao nước H_c;

$Q^2 = gl^2.H_c^3$, lưu lượng Q (hay tốc độ giới hạn $V_c = \sqrt{gH_c}$).

Ở tốc độ lớn hơn, dòng chảy là dòng không đều, nó tuân theo các quy luật phức tạp, cần phải nghiên cứu đặc biệt (mô hình toán, mô hình theo tỷ lệ,...). Khi $H > H_c$ và $V < V_c$, ta gọi dòng chảy là dòng chảy đều. Trong các công trình xử lý nước, dòng chảy thường là loại dòng chảy đều.

Với dòng chảy đều thì mặt cắt ướt và tốc độ luôn luôn giữ nguyên. Tổn thất áp lực được bù lại chính xác bằng độ dốc của kênh.

Việc áp dụng công thức tính của Bagin và Manning Stucker liên quan đến tốc độ dòng chảy, bán kính thủy lực và độ dốc cho phép ta tính được một trong các trị số này khi biết 2 trị số kia. Có nghĩa là 3 trong 4 tham số sau: Lưu lượng nước, mặt cắt ướt, chu vi ướt và độ dốc.

Những hiện tượng trên xảy ra ở mức quân bình như: mực nước dâng cao cục bộ, bước nhảy thủy lực là do vận tốc tăng đột ngột hoặc do tích năng lượng ở chỗ uốn hay dòng gặp vật cản sẽ được tính toán theo chỉ dẫn ở mục C dưới đây.

Trong các công trình xử lý nước, chiều dài các đoạn mương thẳng rất ngắn, sự thay đổi mực nước ở các chỗ ngoặt và chỗ gặp vật cản khi tính toán phải coi là quan trọng.

B. *Sử dụng đồ thị chuẩn*

Biểu đồ (hình 247), đưa ra và là hệ số tổn thất À cũng được áp dụng cho các kênh với tường có độ nhám không đồng nhất. Đối với kênh bêtông, hệ số

http://tieulun.hopto.org

nhám K trung bình từ 0,05mm (lớp phủ nhẵn) đến 2mm (bêtông trong điều kiện thường), phương pháp tính như tính ống dẫn đã chỉ dẫn ở mục 4.1.2.

$$Dh = \frac{4S}{p_m}$$

Trong đó : S - Diện tích mặt kênh có nước, tính bằng m^2;

P - Chu vi ướt, tính bằng m.

C. *Cách tính tổn thất cục bộ*

Tính như tính cho các ống dẫn (mục 4.2) tính từ hạ lưu và dựa vào vận tốc của dòng chảy đều. Bước nhảy thủy lực cục bộ ở thượng lưu là tổn thất áp lực.

D. *Tổn thất áp lực qua song chắn*:

$$\Delta h = K_1 K_2 K_3 \frac{V^2}{2g}$$

Trong đó: V - Tốc độ chảy trong kênh, tính bằng m/s;

Tính giá trị của K_1 (hệ số bẩn): Song chắn sạch: $K_1 = 1$;

Song chắn bẩn: $K_1 = \left(\frac{100}{m}\right)^2$; m lấy theo tỷ lệ % theo độ mở còn lại của song chắn khi bị cấu bẩn.

Trị số của K_2 (hệ số hình dạng mặt cắt ngang của thanh song chắn), như hình vẽ.



K = 0,74 K= 1 K = 0,76 K= 0,37

Trị số của K_3, lấy theo bảng ở trang sau trong đó:

e - Khoảng cách giữa các thanh chắn;

d - Chiều rộng của thanh;

l - Độ dày của thanh;

h - Chiều cao về độ chìm của vòi, thẳng đứng hoặc chéo.

Các giá trị này được tính cùng một đơn vị.

http://tieulun.hopto.org

$\frac{1}{4}\left(\frac{2}{c}+\frac{1}{h}\right)$	$\frac{c}{c+d}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	245	51,5	18,2	8,25	4,00	2,00	0,97	0,42	0,13	0
0,2	230	48	17,4	7,70	3,75	1,87	0,91	0,40	0,13	0,01
0,4	221	46	16,6	7,40	3,60	1,80	0,88	0,39	0,13	0,01
0,6	199	42	15	6,60	3,20	1,60	0,80	0,36	0,13	0,01
0,8	164	34	12,2	5,50	2,70	1,34	0,66	0,31	0,12	0,02
1	149	31	11,1	5,00	2,40	1,20	0,61	0,29	0,11	0,02
1,4	137	28,4	10,3	4,60	2,25	1,15	0,58	0,28	0,11	0,03
2	134	27,4	9,9	4,40	2,20	1,13	0,58	0,28	0,12	0,04
3	132	27,5	10,0	4,50	2,24	1,17	0,61	0,31	0,15	0,05

E. *Vận tốc được kéo đi của một số chất*

- Ở độ nước sâu 1m. dòng thẳng:

	Đường kính (mm)	Vận tốc trung bình (m/s)
Bùn	0,005 - 0.05	0,15 - 0.20
Cát mịn	0,05 - 0,25	0,20 - 0,30
Cát trung bình	0,25 - 1,00	0,30 - 0,55
Đất sét không rắn		0,30 - 0,40
Cát to	1,00 - 2.5	0,55 - 0,65
Sỏi nhỏ	2,5 - 5	0,65 - 0,80
Sỏi trung bình	5 - 10	0,80 - 1,00
Sỏi to	10 - 15	1,00 - 1,20

Hiệu chỉnh với các độ sâu khác nhau của nước:

H (m)	0,3	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5
k	0,8	0,9	0,95	1,0	1,1	1,2

4.6. Các đập tràn

Lưu lượng của đập tràn được tính theo công thức tổng quát:

$$Q = \mu\, l h \sqrt{2gh}$$

Trong đó: Q - Lưu lương tính bằng m^3/s hoặc lít/s;

http://tieulun.hopto.org

μ - Hệ số lưu lượng của đập tràn;

l - Chiều dài của đỉnh đập tràn (m);

h - Chiều cao lớp nước trên đỉnh đập tràn tính bằng m hoặc cm;

g - Gia tốc của trọng lực tính bằng m/s^2 (= 9,81m/s^2 Pari).

Chiều cao đỉnh đập tính từ đáy kênh phía thượng lưu kí hiệu bằng chữ P. Còn chiều rộng kênh ở thượng lưu của đập tràn kí hiệu bằng chữ L.

A. Đập tràn hình chữ nhật đỉnh đập có thành mỏng vận tốc đến đập tràn thấp: $\mu \cong 0,40$. Ví dụ: Trong trường hợp chảy qua từ cửa tràn ở mép thùng, mép bể.

• *Trường hợp đặc biệt* đập tràn có các ống tròn thoát nước tràn $\mu \cong 0,34$.

Đối với các ống thoát nước tràn có đường kính $0,20m < \varphi < 0,70m$ với tấm tiêu năng đủ để tránh các tác động vào hạ lưu.

B. *Đập tràn hình chữ nhật với đỉnh sắc đặt ngang qua kênh*

• *Đập tràn không có sự co hai bên* (*l* = L) với dòng chảy tự do (hình 249)

Một đập tràn như vậy được xác định khi độ dày *e* của đập nhỏ hơn nửa độ cao h, khi đó dòng chảy để lại một khoảng cách ω lấp đầy không khí có áp lực bằng áp lực khí trời (atmotphe) giữa đỉnh đập và thành hạ lưu của cửa đập, và khi chiều rộng của đỉnh đập tràn đúng bằng chiều rộng của của kênh dẫn nước.

Hệ số lưu lượng μ của đập được tính theo một trong những công thức sau đây:

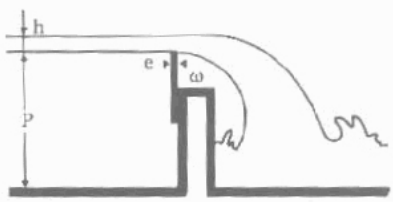
- Công thức BAZIN (1898), sử dụng chung ở Pháp:

$$\mu_1 = 0,405 + \frac{0,003}{h}\left[1 + 0,55\frac{h^2}{(h+P)^2}\right]$$

- Công thức của công ty kỹ thuật và kiến trúc Thuỵ Sĩ (S.I.A):

$$\mu_2 = 0,410 + \left[1 + \frac{1}{1000h + 1,6}\right]\left[1 + 0,5\frac{h^2}{(h+P)^2}\right]$$

Những công thức này cùng với h và p tính bằng mét, cũng sử dụng đối với chiều cao h bao gồm giữa 0,10m và 0,60m khi dùng công thức của Bazin và giữa 0,025m và 0,80m khi dùng công thức của S.I.A. Khi dùng công thức của S.I.A cho những kết quả nhỏ hơn một



Hình 249.

http://tieulun.hopto.org

chút so với kết quả nhận được từ công thức của Bazin.

Những điều kiện áp dụng khác:

- *Đối với công thức Bazin*: P có khoảng từ 0,2 đến 2m;
- *Đối với công thức S.I.A*: P lớn hơn h.

Tóm lại: phải đo chiều cao h theo các khoảng cách trên đỉnh với ít nhất 5 lần đo được chiều cao tối đa. Nếu số lượng không khí ở khoảng giữa làn nước và thành đập không đủ, thì lưu lượng tăng lên và quy tắc của nó khó xác định, điều đó không thể chấp nhận được đối với một đập dùng để đo lưu lượng.

Lưu lượng tính bằng *l*/s theo 1mét dài đỉnh đập (theo Bazin)

h (m)	Chiều cao lá bản (m)								
	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	1,50	2,00
0,10	64,7	63,0	62,3	61,9	61,6	61,3	61,2	61,1	61,0
0,12	85,3	82,7	81,5	80,8	80,4	79,9	79,7	79,4	79,3
0.14	108,2	104,4	102,6	101,5	100,9	100,1	99,8	99,3	99,2
0.16	133,2	128,1	125,5	124,0	123,0	122,0	121,4	120,7	120,5
0,18	160,2	153,7	150,2	148,1	146,8	145,3	144,5	143,5	143,2
0,20	189,3	181,0	176,6	173,9	172,1	170,0	168,9	167,7	167,1
0,22	220,2	210,2	204,6	201,2	198,9	196,2	194,8	193,1	192,4
0,24	253,0	241,0	234,2	230,0	227,2	223,8	221,9	219,7	218,8
0,26	287,6	273,6	265,5	260,3	256,9	252,7	250,3	247,5	246,4
0,28	323,9	307,8	298,2	292,1	288,0	282,9	280,0	276,5	275,1
0,30	361,8	343,6	332,5	325,4	320,5	314,4	310,9	306,6	304,9
0,32		380,9	368,3	360,1	345,3	347,2	343,0	337,9	335,7
0,34		419,8	405,6	396,1	389,5	381,2	376,2	370,2	367,2
0,36		460,1	444,2	433,5	426,0	416,4	410,7	403,6	400,5
0,38		502,0	484,3	472,3	463,8	452,8	446,3	438,0	434,4
0,40		545,2	525,8	512,4	502,9	490,5	483,0	473,5	469,3
0,45		659,4	635,3	618,3	606,0	589,6	579,6	566,5	560,6
0,50			752,9	732,1	716,7	696,0	682,9	665,7	657,8
0,55			878,2	853,4	834,8	809,2	792,9	770,9	760,5
0,60			1011,1	982,1	960,0	929,2	909,3	881,9	868,7

- *h là chiều cao, tính bằng mét,*
- *Đập tràn hình chữ nhật , cóđỉnh tràn mánh không bị thu hẹp ở hai bên.*

http://tieulun.hopto.org

Lưu lượng tính bằng *l*/s theo 1mét dài cửa đập (theo công thức S.I.A.)

h (m)	Chiều cao lá bản (m)									
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	2,00	3,00
0,02	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
0,04	15,5	15,1	15,0	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9
0,06	29,0	27,8	27,5	27,4	27,3	27,2	27,2	27,2	17,1	27,1
0,08	45,7	43,3	42,5	42,2	42,0	41,9	41,8	41,7	41,6	41,6
0,10		61,2	59,8	59,2	58,8	58,6	58,3	58,2	58,1	58,0
0,12		81,5	79,2	78,1	77,5	77,2	76,8	76,5	76,2	76,2
0,14		103,9	100,6	99,0	98,1	97,5	96,9	96,5	96,0	95,9
0,16		128,5	124,0	121,7	120,4	119,5	118,6	118,1	117,3	117,1
0,18		155,1	149,2	146,2	144,3	143,2	141,8	141,1	139,9	139,7
0,20			176,3	172,3	169,9	168,3	166,5	165,5	163,9	163,5
0,22			205,1	200,1	197,0	195,0	192,6	191,3	189,2	188,7
0,24			235,6	229,5	225,7	223,1	220,1	218,4	215,6	215,0
0,26			267,7	260,4	225,8	252,7	248,9	246,3	243,3	242,4
0,28			301,5	292,9	287,4	283,7	279,1	276,5	272,0	271,0
0,30				326,9	320,4	316,0	310,5	307,4	301,9	300,6
0,32				362,3	354,9	349,7	343,2	339,4	332,9	331,3
0,34				399,2	390,7	384,7	377,1	372,1	364,9	362,9
0,36				437,5	427,8	421,0	412,3	407,1	397,9	395,6
0,38				477,1	466,3	458,6	448,6	442,7	431,9	429,2
0,40					506,0	497,4	486,1	479,3	466,9	463,7
0,45					611,0	599,9	585,0	575,9	558,7	554,1
0,50						709,8	690,9	679,1	656,2	649,9
0,55						826,9	803,6	788,8	759,3	751,0
0,60							923,0	904,8	867,9	857,1
0,65							1048,9	1027,1	981,8	968,2
0,70							1181,0	1155,4	1100,9	1084,1
0,75							1319,3	1289,5	1225,0	1204,7
0,80								1429,5	1354,1	1329,9

- *h là chiều cao, tính bằng mét;*
- *Đập tràn hình chữ nhật , có đỉnh đập mảnh không bị thu hẹp ở hai bên*

• *Đập tràn với sự thắt dòng*

Hệ số μ S.I.A. tính theo công thức sau:

$$\mu = \left[0{,}385 + 0{,}025\left(\frac{l}{L}\right)^2 + \frac{2{,}410 - 2\left(\frac{l}{L}\right)^2}{1000h + 1{,}6}\right] \times \left[1 + 0{,}5\left(\frac{l}{L}\right)^4 \left(\frac{h}{h+P}\right)^2\right]$$

http://tieulun.hopto.org

$P \geq 0{,}30m$; $l > 0{,}31L$; $0{,}025\frac{L}{l} \leq h \leq 0{,}80m$; $h \leq P$.

Công thức đơn giản hóa của Pháp: $Q = 1{,}83(1 - 0{,}2h)\, h^{3/2}$

C. Miệng tràn hình tam giác với vách chắn mỏng

$$Q = \frac{4}{5}\mu h^2\sqrt{2gh}\,tg\frac{\Theta}{2}$$



Trong đó: Q - Lưu lượng tính (m^3/s);

μ - Hệ số lưu lượng của đập tràn hình chữ nhật của Bazin với đỉnh sắc không co thắt (mục 4.6. B);

h - Độ cao tính bằng m;

Θ - Góc đỉnh của miệng tràn.

Lưu lượng của miệng tràn hình tam giác có thể suy ra từ lưu lượng nước của miệng tràn hình vuông không biến dạng ở độ cao của vách chắn và của lá mép tràn bằng cách nhân lưu lượng này với $\frac{4}{5}h \cdot tg\frac{\Theta}{2}$

Nếu $\Theta = 90°$, công thức Thompson được sử dụng là: $Q = 1{,}42h^{5/2}$.

Công thức này là gần đúng vì nó không đề cấp tới chiều cao của đập tính từ đáy lên (P).

4.7. Tổn thất áp lực của chất lỏng bất kỳ

Công thức tổng quát tính tổn thất áp lực ở các ống có mặt cắt ngang chưa biết cũng như trong kênh:

$$\Delta h = \Delta h_0 + \Delta h_1 + \ldots \Delta h_n$$

Dòng chảy rối: $\Delta h_0 = J_o L_o + 10^{-5} K_0 \rho \frac{v_0^2}{2}$

với : $J_o = 10^{-5}\rho\frac{\lambda}{D_h} \cdot \frac{v_0^2}{2}$;

- Dòng chảy tầng, $J_o = 10^{-5}\frac{64}{Re\,D_h}\rho\frac{v_0^2}{2} \cdot K_0$;

Trong đó: K_0 do thí nghiệm xác định.

Ý nghĩa của ký hiệu:

http://tieulun.hopto.org

Δh - Tổng tổn thất (bars);

Δh_1, Δh_2 .... - Tổn thất cột nước ở đoạn có tốc độ dòng chảy ổn định v_0, v_1,...

J_0 - Hệ số tổn thất do ma sát có đơn vị là bar trên 1 mét chiều dài ống dẫn (hoặc kênh) có tốc độ dòng chảy là v_0,

L_0 - Chiều dài ống dẫn (hoặc kênh) (m) có tốc độ dòng chảy là v_0;

K_0 - Hệ số tổn thất đặc biệt với tốc độ dòng chảy là v_0;

γ - Tỷ khối của chất lỏng trong điều kiện thực tế của nhiệt độ và áp lực dòng chảy, có đơn vị kg/m^3;

v_0, v_1,... - Tốc độ chất lỏng trong điều kiện thực tế của dòng chảy, (m/s);

λ - Hệ số theo biểu đồ 247, thay đổi theo số Reynol, $Re = \frac{v_0 D_h}{\nu}$; (ν là độ nhớt động lực học của chất lỏng chuyển động (m^2/s) trong điều kiện của dòng chảy, xem mục 3.2.3.; 3.3.3.; 4.1.2. và thay đổi theo hệ số nhám tương đối k/D_h (k là hệ số độ nhám của thành) (m) đã được trình bày ở mục 4.1.2.;

D_h - Đường kính của ống dẫn (m), $D_0 = 4S/p_m$ với S là diện tích ướt ống dẫn (hoặc kênh) (m^2); p_m là chu vi ướt (m); Đường dẫn tròn với đường kính D thì D_h = D. Phương pháp tính tổn thất cột nước xem mục 4.1.2. (hệ thống ống) và mục 4.5. (kênh), tổn thất cột nước xem mục 4.2. và 4.5.

Nếu tổn thất cột nước tính bằng m theo CE, tỷ khối của nước 1.000kg/m^3 ở 4°C, thì các công thức trước sẽ là:

Với dòng chảy rối:

$$\Delta h_0 = \frac{\rho}{1000}\frac{\lambda}{D_h}\frac{v_0^2}{2g}L_0 + \frac{\rho}{1000}K_0\frac{v_0^2}{2g} = \frac{\rho}{1000}\left(\frac{\lambda}{D_h}L_0 + K_0\right)\frac{v_0^2}{2g};$$

Với dòng chảy tầng:

$$\Delta h_0 = \frac{\rho}{1000}\left(\frac{64}{Re\,D_h}L_0 + K_0\right)\frac{v_0^2}{2g}$$

Trong đó hệ số K_0 được xác định theo thí nghiệm.

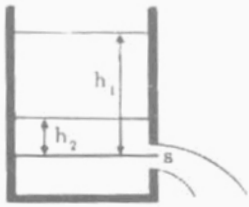
http://tieulun.hopto.org

4.8. Các hướng dẫn khác

• *Thời gian tháo cạn của một bể có mặt nước ngang ổn định*

Thời gian tháo cạn tính bằng giây:

$$t = \frac{2S\left(\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2}\right)}{ks\sqrt{2g}}$$



Trong đó:

S - Diện tích bề mặt của bể (cm^2);

s - Diện tích miệng ống (cm^2);

k - Hệ số thắt dòng của miệng ống (xem mục 4.4.);

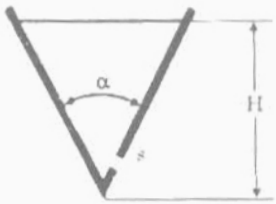
g - Gia tốc trọng trường: $9,81 \frac{m}{s^2}$;

h_1 - Cột nước đầu của nước phía trên miệng ống (cm);

h_2 - Cột nước cuối của nước phía trên miệng ống (cm). ($h_2 = 0$ khi tháo cạn hết nước).

• *Thời gian tháo cạn của bể hình nón*

$$t = \frac{2\pi}{5} \cdot \frac{tg^2 \frac{\alpha}{2}}{ks\sqrt{2g}} \cdot (H)^{5/2}$$



• *Bơm*

Công suất của bơm tính bằng kW, ta có $P = \frac{Q(H + h)}{r \times 366}$ đối với nước.

Trong đó:

Q - Lưu lượng nước cung cấp (m^3/h);

H - Độ cao cột nước tĩnh (m);

h - Tổn thất cột nước trong ống (m);

r - Hiệu suất của bơm (0,6 - 0,9). Về nguyên tắc, ta phải có $h < \frac{H}{10}$

Khi tốc độ vòng quay của bơm N thay đổi thành N' = k.N

Đặc trưng của bơm li tâm: $Q' = k.Q$; $H' = k^2H$; $P' = k^3P$

http://tieulun.hopto.org

Hiệu suất thường không phụ thuộc vào với tốc độ vòng quay.

• *Mô tơ bơm nước*

Công suất của mô tơ bơm nước (kW), ta có: $P = \frac{QHr}{366}$;

Trong đó: Q - Lưu lượng (m^3/h);

H - Cao độ cột nước (m);

r - Hiệu suất tuabin, xác định theo bảng sau:

	Giá trị của r
Bánh xe công tác	0,70 - 0,75
Tua bin chong chóng và tua bin cánh quay	0,70 - 0,88
Tua bin Kaplan và tua bin Pelton	0,70 - 0,92

5. KỸ THUẬT ĐIỆN

5.1. Hệ đơn vị, ký hiệu

I: Cường độ dòng điện	Ampe	(A)
u: Điện áp dòng trực tiếp (một chiều) hay điện áp một pha	Vôn	(V)
U: Giá trị hiệu dụng của điện áp dây ba pha	Vôn	(V)
P: Công suất tác dụng	Watl	(W)
P_a: Công suất biểu kiến	Vôn-Ampe	(VA)
R: Điện trở	Ôm	(Ω)
X: Điện kháng	Ôm	(Ω)
Z: Tổng trở	Ôm	(Ω)
cosϕ: Hệ số công suất		
ρ: Hiệu suất		
C: Điện dung		
L: Điện cảm		

5.2. Các định nghĩa và công thức thông dụng

• *Cường độ dòng điện*

- Dòng điện một chiều: I = P/U;

- Dòng điện xoay chiều một pha: I = P/Ucosϕ ;

http://tieulun.hopto.org

Hiệu suất thường không phụ thuộc vào với tốc độ vòng quay.

• *Mô tơ bơm nước*

Công suất của mô tơ bơm nước (kW), ta có: $P = \frac{QHr}{366}$;

Trong đó: Q - Lưu lượng (m^3/h);

H - Cao độ cột nước (m);

r - Hiệu suất tuabin, xác định theo bảng sau:

	Giá trị của r
Bánh xe công tác	0,70 - 0,75
Tua bin chong chóng và tua bin cánh quay	0,70 - 0,88
Tua bin Kaplan và tua bin Pelton	0,70 - 0,92

5. KỸ THUẬT ĐIỆN

5.1. Hệ đơn vị, ký hiệu

I:	Cường độ dòng điện	Ampe	(A)
u:	Điện áp dòng trực tiếp (một chiều) hay điện áp một pha	Vôn	(V)
U:	Giá trị hiệu dụng của điện áp dây ba pha	Vôn	(V)
P:	Công suất tác dụng	Watl	(W)
P_a:	Công suất biểu kiến	Vôn-Ampe	(VA)
R:	Điện trở	Ôm	(Ω)
X:	Điện kháng	Ôm	(Ω)
Z:	Tổng trở	Ôm	(Ω)
cosϕ: Hệ số công suất			
ρ:	Hiệu suất		
C:	Điện dung		
L:	Điện cảm		

5.2. Các định nghĩa và công thức thông dụng

• *Cường độ dòng điện*

- Dòng điện một chiều: I = P/U;

- Dòng điện xoay chiều một pha: I = P/Ucosϕ ;

http://tieulun.hopto.org

- Dòng điện xoay chiều ba pha: $I \approx \frac{P}{U\sqrt{3}\cos\phi}$.

• *Điện trở*: $R = r\frac{l}{s}10^{-2}$.

Trong đó: r - Điện trở suất tính bằng micro ôm (cm);

l - Chiều dài (m);

s - Tiết diện (mm^2).

• *Hệ số công suất cosϕ*

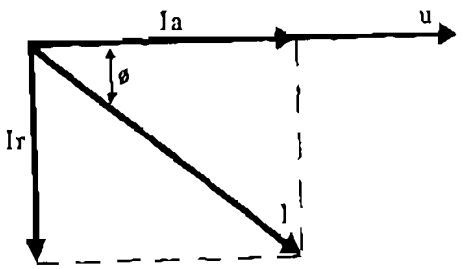
Dòng điện và điện áp của dòng điện xoay chiều ít khi trùng pha. Cos của góc lệch pha giữa hai vectơ dòng điện và điện áp gọi là hệ số công suất.

Dòng điện trong mạch có điện cảm chậm sau điện áp. Còn trong mạch có điện dung nó vượt trước điện áp. Trong cả hai trường hợp, công suất tác động đều bị giảm đi.

Dòng điện sử dụng trong công nghiệp thường là dòng điện hình sin

$I_a = I\cos\phi$ là dòng điện tác dụng:

$I_r = I\sin\phi$ là dòng điện phản kháng.



Hình 250. *Đồ thị véc tơ dòng điện trong mạch có điện cảm*

• *Công suất biểu kiến, tác dụng và phản kháng*

Gọi I là cường độ dòng điện đọc từ đồng hồ ampemet, U là điện áp dây của lưới điện 3 pha, u là điện áp pha. Các công suất được tính như sau:

	Một pha	Ba pha
Công suất biểu kiến	uI	$UI\sqrt{3}$
Công suất tác dụng	uIcosϕ	$UI\sqrt{3}\cos\phi$
Công suất phản kháng	uIsinϕ	$UI\sqrt{3}\sin\phi$

Công suất biểu kiến đo bằng (VA), công suất tác dụng (W), công suất phản kháng (VAr).

Hệ số công cosϕ xấu (thấp) có ảnh hưởng không tốt cho cả hộ sử dụng cũng như lưới phân phối điện.

http://tieulun.hopto.org

• *Tổng trở của mạch điện.* $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

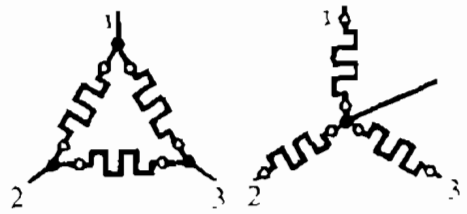
Trong đó: R - Điện trở; X - Điện kháng của mạch.

• *Nhiệt lượng sinh ra do mạch có điện trở R khi có dòng điện I chạy qua*

$W\ (Jul) = P \times t = RI^2$

• *Cách nối hình sao, tam giác*

Các điện trở của cuộn dây của một động cơ điện có thể nối hình sao hay hình tam giác. Hình 251 nhắc lại tính chất của cách nối này.



a. Nối hình tam giác *b. Nối hình sao*

Hình 251.

5.3. Ứng dụng trong công nghiệp

5.3.1. Trạm biến áp chính

• *Xác định hệ số cosφ trung bình của một trạm*

Gọi Q_a là năng lương tác dụng lấy từ số đo của công tơ tác dụng và Q_r là năng lượng phan kháng lấy từ số đếm của công tơ phản kháng trong cùng thời gian. Hệ số công suất trung bình được tính bằng công thức.

$$\cos\phi = \frac{Q_a}{\sqrt{Q_a^2 + Q_r^2}}$$

• *Nâng cao hệ số công suất cosφ*

Tổn thất trên đường dây (hiệu ứng Jun) tỷ lệ với I^2, còn năng lượng tác dung tiêu thụ chỉ tỷ lệ với Icosφ. Người quản lý hệ thống phân phối điện sẽ phat các hộ tiêu dùng khi hệ số cosφ nhỏ hơn một giá trị nguồn (theo quy định, khoảng cosφ = 0,93, phù hợp với tgo = 0,4 đối với lưới của Pháp). Khi giam hệ số cosφ , sẽ kéo theo phản ứng cuôn cảm của thiết bi, người ta có the điều hoà bằng một tu điện, công suất tụ điện tính bằng kW, cần phải đưa giá trị cosφ tới giá trị mong muốn, và trị số này được xác định chính xác sau 4 đến 6 tháng vận hành một trạm xư lý nước.

Đương nhiên, để bù hệ số cosφ xấu trong thời gian quá độ ta co thể đặt mot bó tụ có giá trị bằng 10% công suất đặt trên trạm.

http://tieulun.hopto.org

• *Chiếu sáng và sưởi ấm*

Số lượng, vị trí và công suất của các dụng cụ chiếu sáng nói chung được tính toán để bảo đảm độ sáng sau đây:

Chiếu sáng trong các phòng:		*Chiếu sáng ngoài trời*	
- Văn phòng, phòng điều khiển, phòng họp, phòng thí nghiệm	300lux	- Sân làm việc, bờ các công trình, nơi nguy hiểm	50lux
- Trạm làm việc	200lux	- Lối ra trạm	10lux
- Giao thông nội bộ	100lux		
- Các vùng khác	100lux		

Những mức đó chiếu sáng trên là mức độ tối thiểu có thể chấp nhận được

• *Sưởi ấm trong phòng*

Tính toán công suất cần thiết cho sưởi ấm trong phòng cần chú ý đến nhiều yếu tố: thể tích của phòng, hướng, cách nhiệt, nhiệt độ nhỏ nhất ngoài trời. Đương nhiên ta có thể coi như công suất lắp đặt cho sưởi ấm bằng 2-3w cho 1°C trên 1m^3.

5.3.2. Động cơ

Các động cơ hay được sử dụng là động cơ không đồng bộ. Các chỉ dẫn cho dưới đây chỉ liên quan đến loại động cơ này.

• *Công suất định mức. Công suất tiêu thụ*

Công suất định mức là công suất cho trong lý lịch máy hay trên nhãn hiệu động cơ. Nó là công suất sinh ra trên trục động cơ tính bằng kW.

Công suất điện đầu vào được tính bằng công thức:

P = Công suất trên trục của máy/Hiệu suất; nó được tính bằng kW, dùng để tính công suất của một trạm điện. Nó được giữ lại trong bảng thống kê công suất của thiết bị.

Mô tơ điện phải được sử dụng đúng tần số của nhà máy sản xuất. Một mô tơ được tính toán chạy với tần số 50Hz sẽ giảm công suất mất đi một nửa nếu cho chạy với tần số 60Hz.

• *Hiệu suất*

Đối với các động cơ điện, hiệu suất ρ của máy tăng theo công suất của động cơ.

Ví dụ: động cơ 50kW có $\rho = 0,85$; động cơ 1kW có $\rho = 0,7$.

http://tieulun.hopto.org

Khi khai thác một động cơ cụ thể, hiệu suất của máy phụ thuộc vào chế độ tải, động cơ, hiệu suất giảm nhẹ theo chỉ số tải:

Ví dụ: môtơ 50kW $\rho = 0,85$ với 4/4 tải;

$\rho = 0,82$ với 3/4 tải;

$\rho = 0,80$ với 1/2 tải.

• *Xác định công suất của mô tơ.*

Để xác định công suất một mô tơ phải đưa mô tơ vào sử dụng về giữa công suất cơ học và công suất tiêu thụ phụ thuộc vào thiết bị truyền động (trường hợp đặc biệt, truyền động bánh răng, dây cua roa,):

10 - 15% trong trường hợp truyền động trực tiếp;

20% trong trường hợp truyền động bằng dây cua roa.

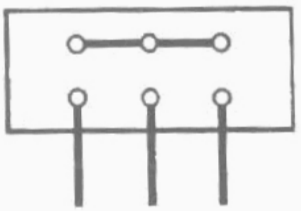
• *Điện áp tiêu thụ*

- Công suất động cơ thay đổi tỷ lệ thuận với bình phương điện áp, do đó phải biết chính xác điện áp của lưới trước khi dùng động cơ. Ví dụ một mô tơ có công suất 15kW với điện áp 380V, không thể cung cấp 12,5kW với điện áp 350V.

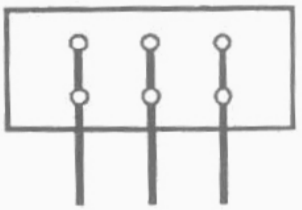
- Đại bộ phận cấu trúc của động cơ trong hộp đấu dây có 6 núm, cho phép đấu hình sao hay tam giác, bằng cách thay đổi thanh góp: cách đấu hình sao sử dụng dưới điện áp 380V ba pha, cách đấu tam giác dưới điện áp 220V ba pha.



Hình 252. *Hộp đấu dây có 6 núm*



Hình 253. *Đấu hình sao 220/380V dùng 380V*



Hình 254. *Đấu tam giác 220/380 dùng 220V*

Nếu động cơ cần khởi động theo phương pháp đổi nối sao-tam giác, thì 6 cực được nối ra với các điện áp dự tính như sau:

Điện áp lưới	Điện áp động cơ
220 V	220 /380 V
380 V	380/660 V
440 V	440/762 V

http://tieulun.hopto.org

Để mở máy theo phương pháp này, các câu nối phải tháo ra ngoài.

• *Tốc độ của động cơ không đồng bộ*

Khi không tải. Ta có thể xem như tốc độ động cơ KĐB 1 pha hay 3 pha khi không tải gần bằng tốc độ đồng bộ: $N = \frac{60 \times F}{n}$

Trong đó: N - Số vòng quay trong 1 phút (vg/ph);
F - Tần số của lưới điện (Hz);
n - Số đối cực.

Ví dụ: động cơ 2 cực, F = 50Hz N = 3.000vg/ ph;
4 cực, F = 50Hz N = 1.500vg/ ph;
6 cực, F = 50Hz N = 1.000vg/ ph;
2 cực, F = 60Hz N = 3.600vg/ ph;
4 cực, F = 60Hz N = 1.800vg/ ph;
6 cực, F = 60Hz N = 1.200vg/ ph.

Khi mang tải, tốc độ động cơ nhỏ hơn tốc độ khi không tải. Người ta dùng độ trượt g đặc trưng cho sự sai khác này.

g = (Tốc độ đồng bộ – tốc độ khi mang tải)/(Tốc độ đồng bộ)

Gía trị g thường khoảng 2 đến 8% tốc độ đồng bộ.

• *Lựa chọn động cơ và phương pháp mở máy*

Cả hai vấn đề đều phụ thuộc vào máy công tác và các yêu cầu áp đặt của mạng điện lực.

Hai yếu tố chính can thiệp vào là:

- Mômen quay của máy Gd^2 tính bằng N/m^2;
- Mômen cần thiết để mở máy.

Một số máy thực tế khởi động không tải ví dụ như quạt gió, nhưng khối lượng và đường kính của rôto (Gd^2) tiêu thụ một năng lượng lớn, biến đổi hết thành động năng. Một số máy khác (máy bơm, máy nghiền bùn, máy nén khí) ngay khi đặt điện áp vào động cơ cần phải thực hiện một công cơ học để tăng tốc độ, do đó cần có mômen khởi động lớn.

Mở máy thường phải đảm bảo:

- Khi mở máy, tốc độ định mức đạt được rất nhanh;
- Giảm nung nóng máy.

Điều kiện trên có thể đạt được nếu:

- Công suất của lưới đủ lớn;

http://tieulun.hopto.org

- Mômen mở máy được trợ giúp một cách cơ học do máy dẫn động.

Trong trường hợp dùng hệ thống dự phòng, công suất của mạng bị giới hạn. Trong trường hợp này, người ta dùng phương pháp mở máy từng bước.

Bảng a cho các tính chất của các phương pháp mở máy khác nhau, trong đó k là hệ số được chọn của mômen mở máy.

Bảng b cho tỷ số giữa dòng điện mở máy và mômen mở máy với dòng điện và mômen định mức.

Phương pháp mở máy	Mômen mở máy	Dòng điện mở máy	Kiểu động cơ	Id/In	Cd/Cn
Trực tiếp	Cd	Id	Rôto lồng sóc (mở máy trực tiếp)	6	1,6
Nối sao – tam giác	0,3Cd	0,3Id	Rôto lồng sóc (mở máy đổi nối sao-tam giác)	2	0,6
Điện trở	kCd	$\sqrt{k}Id$	Rôto dây quấn	1,33	0,8-2
Biến áp tự ngẫu	kCd	kId			

Trong đó: Id - Dòng điện mở máy;

In - Dòng điện định mức.

Cd - Mômen mở máy;

Cn - Mômen định mức (Nm).

Gọi N là tốc độ (vg/ph); P là công suất định mức (kW) thì:

$$Cn = \frac{9564P}{N}$$

(Đơn vị cũ tính là kg lực, 1kg lực = 9,81N).

• *Cường độ dòng điện tiêu thụ*

Dòng điện một chiều: $I = \frac{Pn10^3}{up}$;

Dòng điện xoay chiều 1 pha: $I = \frac{Pn10^3}{up\cos\phi}$;

Dòng điện xoay chiều 3 pha: $I = \frac{Pn10^3}{U\sqrt{3}p\cos\Phi}$.

Pn là công suất tối đa của mô tơ tính bằng kilowatt.

http://tieulun.hopto.org

• *Giá trị gần đúng của dòng điện tiêu thụ* (đối với các động cơ có công suất từ 1 đến 10kW).

	1.500vg/ph	3.000vg/ph
- Một pha 220V	5,5A/kW	5 A/Kw
- Ba pha 220V	4,3A/kW	3,8A/kW
- Ba pha 380V	2,5A/kW	2,2A/kW

Để tính công suất sử dụng, hệ số cosφ và hiệu suất giảm khi số cực của động cơ tăng cường độ dòng điện đầu vào đối với công suất đã cho tăng lên nhưng tốc độ vòng quay giảm.

Một động cơ có tốc độ quay 75 vòng/ph tiêu thụ một dòng điện lớn hơn (khoảng 20% so với một động cơ có cùng công suất, có N = 1.500 vòng/ph.

• *Cáp điện*

Độ sụt áp cho phép trên cực của các động cơ là 5% khi mang đầy tải, do đó tiết diện của cáp phải tính toán trong trường hợp động cơ mang tải toàn phần trên suốt chiều của cáp. Bảng dưới đây trích đoạn các đặc tính của cáp điện ba pha chịu điện áp 380V, có chiều dài lớn nhất là 25m và đường kính hộp đệm.

Công suất động cơ	Số lượng và tiết diện dây dẫn đồng	Đường kính hộp đệm ϕ (mm)
- Đến 8kW	4 × 2,5mm^2	13
- Từ 8 - 14kW	4 × 4 mm^2	16
- Từ 14 - 18kW	4 × 6 mm^2	16
- Từ 18 - 25kW	4 × 10 mm^2	21

Người ta thường dùng dây dẫn 4 sợi để tiếp đất cho động cơ, thông thường được đấu trong hộp đấu, dây không đấu, dùng bu lông neo để tiếp đất cho mô tơ. Cần chú ý, trong trường hợp đấu hình sao-tam giác, đôi dây đấu chung làm một, một trong hai dây dẫn sẽ bao gồm dây thứ tư dùng để tiếp địa cho mô tơ.

• *Độ giảm áp cho phép trong dây dẫn*

Tiêu chuẩn NF C 15.100 xác định giá trị của độ giảm áp cho phép đối với các hệ thống cung cấp điện khác nhau (tính bằng % điện áp lưới):

+ 3% đối với hệ thống thắp sáng;

+ 5% đối với hệ thống động lực.

http://tieulun.hopto.org

Khi mở máy các động cơ, ta chấp nhận một độ sụt áp của hệ thống động lực bằng 10%.

5.2.3. *Giá thuê bao*

Thành lập một hợp đồng cung cấp điện được xác định theo công suất tiêu thụ đồng thời trên lưới phân phối và tối ưu theo các giờ lao động khác nhau của trạm được đề nghị bởi người cung cấp điện. Khi xác định chi phí tổng của một trạm xử lý cần chú ý đến các trạm làm việc theo giờ với sự thay đổi giá cả.

Ví dụ, một trạm biến áp cung cấp cho một trạm xử lý có công suất nhỏ hơn 10.000kW, điện áp 5-30kV. Giá cả chi phí điện năng khác nhau đối với từng giờ làm việc của trạm như sau:

Giờ làm việc của trạm:

- Chạy không tải	22 - 6h
- Chạy đầy tải	6 - 9h; 11 - 18h; 20 - 22h
- Giờ cao điểm	9 - 11h

Cần phải coi như có hai thời gian:

Thời gian mùa hè giữa tháng 4 và tháng 10. Trong thời gian này không có giờ cao điểm. Giá tiền 1kW (theo giá trị vào tháng 8/1988).

Giờ đầy tải = a (centimet)/kWh;

Giờ không tải = a × 0,56/kW.

- Thời kỳ mùa đông giữa tháng 11 và tháng 3 (5 tháng).

Trong thời gian này giờ cao điểm có hai lần. Từ tháng 12 đến tháng 2 (3 tháng)

Giờ không tải a × 1.48/kWh;

Giờ đầy tải a × 3,18/kWh;

Giờ cao điểm a × 6,16/kWh.

Trong thanh toán cố định hàng năm, trường hợp biểu giá thông thường là a × 2.000cen cho 1kW (số kW được trả theo hợp đồng).

Trong trường hợp khác, kWh có thể xác định hoặc thay đổi theo điện năng cung cấp, điều quan trọng là theo đúng hợp đồng đã ký. Vấn đề đơn

http://tieulun.hopto.org

gian nhưng cần lưu ý là: thiết bị đo điện năng tiêu thụ nếu ngừng hoạt động hay chạy chậm, sẽ làm giá 1kWh tăng lên. Đương nhiên trong trường hợp tự sản xuất năng lượng, cần có những thiết bị đo riêng.

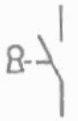
5.4. Các ký hiệu điện

5.4.1. Các tiếp điểm

	Tiếp điểm thường mở		Công tắc mở, làm chậm mở.
	Tiếp điểm thường đóng		Tiếp điểm thường đóng có khống chế thời gian khi đóng
	Tiếp điểm có hai vị trí		Tiếp điểm thường mở (có khống chế thời gian khi đóng, mở)
	Tiếp điểm có hai vị trí, vị trí giữa thường mở		Công tắc đóng, tự động quay trở lại
	Tiếp điểm thường mở (đóng tức khắc)		Tiếp điểm thường mở có vị trí duy trì
	Tiếp điểm thường mở có khống chế thời gian khi đóng		

http://tieulun.hopto.org

5.4.2. Bộ chuyển mạch đơn cực

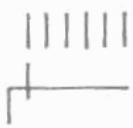
	Tiếp điểm thường mở điều khiển bằng tay		Công tắc xoay không tự động quay về
	Công tắc thường mở tự động quay về		Công tắc trợ lực bằng tay, phải dùng cờ lê
	Công tắc kéo thường mở quay về tự động		Công tắc trợ lực bằng tay, phải dùng cờ lê trong tư thế được neo giữ

5.4.3. Cầu dao

	Cầu dao ở vị trí thường mở		Cầu dao liên động giữa hai mạch

	Cầu dao ở vị trí thường đóng

5.4.4. Bộ chuyển mạch

	Bộ chuyển mạch n vị trí; n =6		Bộ chuyển mạch 4 vị trí với sơ đồ các vị trí
	Bộ chuyển mạch n vị trí; n = 4		

http://tieulun.hopto.org

5.4.5. Thiết bị đóng cắt

	Cầu dao, công tắc		Máy cắt ngắt
	Công tắc tơ		Máy cắt
	Công tắc tơ có điều khiển		Cầu dao cách ly

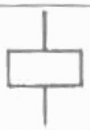
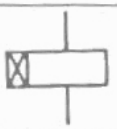
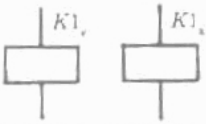
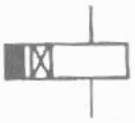
5.4.6. Cầu chì và cầu dao có cầu chì

	Cầu chì (ký hiệu chung)		Cầu chì có nắp mở và mạch tín hiệu
	Cầu chì có chỉ thị		Cầu dao với cầu chì
	Cầu chì có nắp mở		Cầu chì với cầu dao cách ly

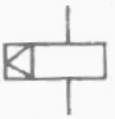
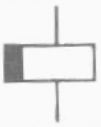
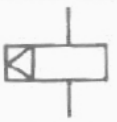
5.4.7. Khe phóng sét

	Khe phóng sét		Van phóng sét

5.4.8. Cuộn hút của rơ le điện từ

	Cuộn hút của rơ le		Cuộn hút của rơ le thời gian trễ khi đóng điện
	Cuộn hút có 2 cuộn dây riêng biệt		Cuộn hút của rơ le thời gian trễ khi đóng, cắt điện

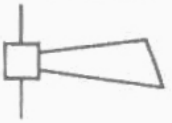
http://tieulun.hopto.org

	Tiếp điểm hai vị trí của một rơle		Cuộn dây của rơ le có khoá liên động cơ khí
	Cuộn hút của rơ le thời gian trễ khi cắt điện		Bộ phận điều khiển của rơle nhiệt

Phương tiện phát hiện hiệu ứng quá dòng điện

	Hiệu ứng nhiệt		Hiệu ứng điện từ

5.4.9. Các thiết bị tín hiệu

	Đèn tín hiệu		Còi báo động
	Đèn hiệu nhấp nháy		Chuông

5.4.10. Thiết bị biến đổi

	Máy biến dòng một pha		Máy biến áp

5.4.11. Các ký hiệu khác

	Vonmét		Máy đếm thời gian
	Ampeme		Công tơ đo năng lượng tác động

http://tieulun.hopto.org

W	Watmet	varh	Công tơ đo năng lượng phản kháng
cosØ	Cosφmet		Đồng hồ
Ω	Ômmet		

5.4.12. Các tiêu chuẩn về điện

Các thiết bị điện của Pháp được xác định theo các quy định của UTE (Hội kĩ thuật điện). Các quy định này được chia thành các chương. Các chương chính dùng trong các trạm xử lý nước là: C 12.100; C 13.100; C 15.100. Các tiêu chuẩn khác thường gặp là:

+ I.E.C (Hội kỹ thuật điện quốc tế);

+ V.D.E. (Hội kỹ thuật điện Đức);

+ B.S. (Tiêu chuẩn Anh);

+ C.E.I. (Hội kỹ thuật điện Italy);

+ N.E.M.A. (Hiệp hội sản xuất điện quốc gia);

+ A.N.S.I. (Viện tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ).

5.5. Một vài trị số

• *Điện trở suất của các kim loại và hợp kim chủ yếu*

Điện trở suất ở t°C :

$$r_t = r_0(1-at)$$

Trong đó: r_0 - Điện trở suất ở 0°C;

a - Hệ số nhiệt độ;

t - Nhiệt độ tính bằng °C.

• *Điện áp của một ắc quy chì* bằng 2V cho một phần tử.

• *Cách điện tối thiểu của một động cơ dùng điện áp thấp* là 1.000Ω .

http://tieulun.hopto.org

Dây dẫn tự nhiên	Điện trở micro 1cm (điện trở suất ở nhiệt độ 0°C):	Hệ số nhiệt độ.
Đồng điện phan	1,593	0,00388
Đồng luyện	1,538	0,0045
Nhôm	2,9	0,0039
Bạc	1,505	0,0039
Thép nguyên chất	9,065	0,00625
Thép sợi	13,9	0,00426
Thép luyện	15,8	0,0039
Dây đồng có silic	3,84	0,0023
Thép niken	78,3	0,00093
Giây mai so	30	0,00036
Hợp kim	50	0
Thủy ngân	95	0,00099
Kẽm	6	0,0037

5.6. An toàn cho con người

Ta chấp nhận một giá trị điện áp không nguy hiểm cho con người là:

+ 50V đối với dòng điện 1 chiều;

+ 24V đối với dòng điện xoay chiều một pha;

+ 42V đối với hệ thống xoay chiều 3 pha có trung tính nối đất

Cường độ dòng điện giới hạn mà con người chịu được, không nguy hiểm, khoảng 25mA đối với dòng xoay chiều và bằng 50mA đối với dòng một chiều. Nếu ta xem điện trở của cơ thể người khoảng từ 2.000 đến 1.000Ω thì:

$$I = \frac{U}{1000} = 0,05A$$

Từ đó suy ra $U = 50V$ đối với dòng một chiều,

$U = 25V$ đối với dòng xoay chiều.

http://tieulun.hopto.org

6. TRANG THIẾT BỊ ĐO

Trang thiết bị đo được biểu diễn nói chung trên sơ đồ các quá tình được gọi là:

- P & I (Piping and Instrumentation) hay

- PID (Piping Instrumentation Diagram).

Các thiết bị đo và chức năng của chúng được chỉ thị bằng các kí hiệu chung trên hình 255.

Các phép đo và chức năng khác nhau được xác định trong bảng 59 phù hợp với tiêu chuẩn AFNOR E.04.023 và ISA. 5S.1.

Ví dụ: FIC. Bộ điều chỉnh lưu lượng đặt mặt trước của bảng điều khiển ở phòng chính.

Các dụng cụ riêng lẻ	Lắp đặt tại chỗ	Phòng chính ở mặt trước	Phòng phụ ở mặt trước
		(2) 	
Máy tính quá trình hay giám sát			
Thiết bị tự động lập trình công nghiệp (API)			

Hình 255. *Kí hiệu chung các trang bị đo*

Ghi chú - Trong những loại vật liệu được trình bày ở bảng dưới hoặc chưa kể đến đều giống nhau là được phục hồi trở lại với những nét chấm chấm nằm ngang.

- Chỗ viết tắt để nhận dạng tự nhiên và phân tích

6.1. Nguyên tắc mã hoá

Mã hoá chức năng của một dụng cụ gồm từ hai đến bốn chữ cái viết hoa, gồm hai phần:

- Phần thứ nhất: chữ cái đầu dùng chung cho tất cả các dụng cụ trong cùng một chu trình.

- Phần thứ hai là các chữ cái tiếp theo tương ứng với các chức năng kí hiệu trên bảng (59).

http://tieulun.hopto.org

Bảng 59. Bảng nhận dạng các yếu tố dùng hệ thống hóa một chức năng hay một thiết bị

	Chữ cái thứ nhất		Các chữ tiếp theo		
	Biến số đo được hay giá trị ban đầu	Thay đổi	Chức năng thụ động hay thông tin	Chức năng ra	Chất lượng
1	2	3	4	5	6
A	Phân tích		Chuông		
B	Sự huỷ		Tuỳ chọn	Tuỳ chọn	Tuỳ chọn
C	Dẫn xuất			Điều chỉnh	
D	Khối lượng thể tích Nồng độ Độ đục	Khác nhau		Thêm vào *	
E	Điện áp		Tiền tố		
F	Lưu lượng	Liên quan			
G	Tuỳ chọn		Thuỷ tinh trong suốt		
H	Điều khiển bằng tay				Cao (rất cao)
I	Cường độ dòng điện	Kiểm tra	Chỉ định		
J	Lực	Thăm dò			
K	Thời gian	Khống chế thời gian		Chọn Tự động đếm	
L	Mức		Đèn hiệu		Thấp (rất thấp)
M	Độ ẩm				Trung bình Trung gian
N	Độ nhớt Tuỳ chọn		Thức ăn	Tuỳ chọn	Tuỳ chọn
O	Tự chọn		Cỡ lỗ		
P	Áp lực Chân không		Điểm thử Điểm lấy mẫu		
Q	Chất lượng	Sắt nhập Toàn bộ	Sắt nhập - Toàn bộ		
R	Ánh sáng		Máy in Máy ghi		
S	Tốc độ Tần số	An toàn		Tiếp điểm Chuyển mạch	
T	Nhiệt độ			Truyền dẫn	
U	Thay đổi nhiều		Bội số	Bội số	Bội số

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
V	Độ rung			Thiết bị điều chỉnh Dòng điện Van điều chỉnh	
W	Khối lượng Lực cắt		Vỏ bao		
X	Tuỳ chọn	Bù nhiệt độ		Tuỳ chọn	Tuỳ chọn
Y	Biến số			Rơ le	
Z	Vị trí Chiều dài			Hoạt động	

*Ghi chú: Tuỳ chọn theo ý người sử dụng; * Ngoài tiêu chuẩn AFNOR và ISA*

6.2. Tổ hợp các chữ

Bảng 60 giới thiệu cách nhận dạng cơ bản thông dụng nhất. Có thể kể một vài tổ hợp sử dụng theo nghĩa như sau:

FE: Bộ phận đầu tiên khi đo lưu lượng, ví dụ vành chắn hay ống venturi;

FO: Lưu lượng giới hạn của vành chắn;

PCV: Bộ tự điều chỉnh áp lực, ví dụ van giảm áp;

PSV: Thiết bị tự động an toàn áp lực, ví dụ van an toàn;

PC: Điều chỉnh áp lực;

PV: Van điều chỉnh áp lực.

Có thể tìm thêm sự sắp đặt khác trong điều kiện khác nhau ở hình 255. Tuy nhiên nó không giải thích sự hệ thống hoá trong bảng 59 và 60.

FC: Đóng phần hong;

FO: Mở phần hong (mở).

FL: Khoá phần hong.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 60. Tổ hợp các chữ cái liên quan dùng hệ thống hóa một chức năng hay một thiết bị

Chữ cái thứ nhất			Các chữ tiếp theo												
Biến số đo được			Tiền tố	Chức năng						Nghĩa sử dụng			Ý nghĩa	
Từ viết tắt	Nghĩa của từ	Thay đổi	Tùy chọn	I Chỉ định	T Truyền dẫn	R Máy ghi	C Điều chỉnh	S Liên lạc	Y Thiết bị điều chỉnh	Vận điều chỉnh	Bộ điều khiển	Tự điều chỉnh	Đen hiệu	Chống
	Dòng liên kết các chữ tiếp theo	-D, F - J - Q - S	-E -P -O,-W	-I -IS -G	-T -IT	-R -RS	-C -IC -RC	H(H) -SM -SL(L)	-Y	-V	-Z	-CV -SC -SV	H(H) -LM L(L)	H(H) -AM -L(L)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	Phân tích		AE AP	AI AIS	AT, AIT	AR	AC, AIC, ARC	ASH	AY	AV	AZ		ALH	AAH
B	Sự phân hủy		BE		BT			BSL			BZ		BLH BLL	BALL
C	Dẫn xuất		CE	CI CIS	CIT CT	CR	CC, CIC, CRC	CSH	CY	CV	CZ		CLH CLL	CAH
D	Khối lượng thể tích Nồng độ Độ dục		DE DP	DI	DIT DIT	DR	DC, DIC, DRC	DSH	DY	DV	DZ		DLH	DAH
E	Điện áp			EI	ET, EIT	ER	EC EIC ERC	ESH ESL	EY	EV	EZ		ELLL ELH	EAH EALL
F	Lưu lượng	EF FQ	FE FO FQ	FI FIS FFI FQI FG	FT FIT FQR	FR FFR FQR	FC FIC FRC FFC FFIC FFRC	FSH FFSH	FY FFY	FV FFV	FZ FFZ	FCV	FLH FFLH	FAH FFAH
G	Tùy chọn													
H	Điều khiển bằng tay						HC HIC	HSH		HV	HZ	HCV		
I	Cường độ dòng điện		IE	II IIS	IT	IR IRS	IC IRC IIC	ISH ISHH	IY		IZ			IAH IAHH
J	Áp lực		JE	JI JIS		JR JRS	JC JIC JRC	JSHH						
K	Thời gian	KQ		KI		KR		KQS						
L	Mức		LE	LI LIS LG	LT LIT	LR	LC LIC LRC	LSH LSL	LY	LV	LZ	LCV	LLH	LAH
M	Độ ẩm		ME	MI	MT MIT	MR	MC MIC MRC	MSL MSHH	MY	MV	MZ	MCV MSV	MLH	MAH

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N	Độ nhớt		NE	NI	NT NIT	NR	NC NIC NRC	NSLL NHSS	NY	NV	NZ		NLHH	NALL
O	Tự chọn													
P	Áp lực chân không	PD PS	PP PSE	PI PIS PDI	PT PIT PDT	PR PDR	PC PIC PRC PDC PDIC	PSH PDSH	PY PDY	PV PDV	PZ PDCV PSV	PCV PDCV PSV	PLH PDLH	PAH PDAH
Q	Chất lượng		QE	QI QIS	QT QIT	QR QRS		QSH/ HH QSL/ LL	QY	QV	QZ		QLL	QAL
R	Ánh sang		RE	RI	RT	RR							RLH	RAH
S	Tốc độ Tần số		SE	SI SIS	ST SIT	SR	SC SIC SRC	SSH HH SSL/ LL	SY		SZ		SLH	SAL SAH
T	Nhiệt độ	TD TJ TS	TE TDE TW TSE	TI TIS TDI	TT TIT TDT TDIT	TR TDR	TC TIC TRC TDC TDIC TDRC	TSH TDSH	TY TDY	TV TDV	TZ TDZ	TCV	TLH TDLH	TAH TDAH
U	Thay đổi nhiều			UI		UR								
V	Đo rung		VE	VI VIS	VT VIT	VR VRS		VSH VSHH	VY		VZ		VLH VLHH	VAH VAHH
W	Khối lương	WD WQ	WE	WI WQI	WT WIT	WR	WC WIC WRC	WSH	WY	WV	WZ		WLH	WAH
X	Tuy chon													
Y	Biến cố							YSH					YL YLH	YA YAH
Z	Vị trí chiều dai	ZE	ZI	ZT ZIT				ZSH ZSL					ZLH	ZAH

Ghi chú: *Tất cả các tổ hợp từ không được đề cập, quy tắc duy nhất là nghĩa bóng*

http://tieulun.hopto.org

7. NHIỆT

7.1. Những khái niệm vật lý của khí và nhiệt động học

7.1.1. Khí lý tưởng

A. *Định luật khí lý tưởng:* $p.V_m = R.T$

Trong đó: p - Áp suất của khí (Pascal);

V - Thể tích mol (m^3);

T - Nhiệt độ tuyệt đối (K);

R - Hằng số mol của khí lí tưởng bằng 8,314J/(mol K).

B. *Định luật Gay-Lussac:* $\frac{m(1+\alpha t)}{p} = \frac{m_1(1+\alpha t_1)}{p_1}$

Trong đó: m, m_1 là khối lượng thể tích của một khí ở áp suất p, p_1 tương ứng với nhiệt độ t và t_1 (°C); $\alpha = \frac{1}{237} = 0,00367$.

C. *Định luật Avogđrô-Ampe:* $M = 29d$

Trong đó:

M - Khối lượng mol của khí (g/mol);

d - Tỷ trọng so với không khí trong điều kiện áp suất và nhiệt độ chuẩn;

D - Nhiệt khối.

Nhiệt khối được định nghĩa là thương số của nhiệt dung và khối lượng. Nhiệt dung là tỷ số của nhiệt lượng dQ cấp cho một hệ thống để làm tăng lên một nhiệt độ dT (dQ/dT)

Đối với khí lý tưởng, người ta phân biệt thành nhiệt dung riêng ở áp suất không đổi C_p và nhiệt dung riêng khi thể tích không đổi của một số khí (kJ/kg°C) ở 0°C với áp suất 760mm thuỷ ngân như sau:

Không khí:	1;	Amoniac:	2,09;	Dioxit cacbon:	0,88;
Oxy:	0,92;	Clo:	0,48;	Dioxit lưu huỳnh:	0,63;
Nitơ:	1,06.				

Giá trị tỉ số C_p/C_v gần đúng như sau:

- Đối với khí đơn nguyên tử 1,67;
- Đối với khí hai nguyên tử 1,4;
- Đối với khí đa nguyên tử 1,3.

http://tieulun.hopto.org

7.1.2. Hơi nước

A. Hơi nước bão hào hoặc đã bão hoà

Hơi nước chứa pha lỏng trong các nồi hơi, nó sẽ được gọi là khô khi không chứa một giọt nước nào.

Entapi của hơi nước: đó chính là nhiệt lượng toàn phần cần thiết để chuyển 1kg nước ở 0°C thành hơi bão hoà ở nhiệt độ t°C. Nó là tổng hợp nhiệt lượng đun nóng nước từ 0°C đến t°C (Entanpi của nước) và nhiệt lượng hoá hơi ở t°C tương ứng với nhiệt lượng cần thiết để chuyển ở t°C 1kg nước thành hơi nước.

Một cách gần đúng, ta có thể dùng công thức Regnault cho biết Entanpi phụ thuộc vào nhiệt độ (°C) theo quy luật.

Entanpi (kJ/kg): 2.538 + 1,276t;

(kcal/kg): 606,5 + 0,305t.

B. *Hơi nước ẩm*

Hơi nước chứa các giọt nước được đặc trưng bằng độ chuẩn x là khối lượng hơi nước (kg) chứa trong 1kg hỗn hợp.

C. *Hơi quá nhiệt*

Hơi nước có nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ hơi bão hoà ở áp suất xem xét. Một cách gần đúng, ta có thể xem chúng như một khí lí tưởng.

Entanpi của hơi nước quá nhiệt được tính bằng công thức:

$$2.538 + 1,276t + c_p(t - t_1) \text{ (kJ/kg)};$$

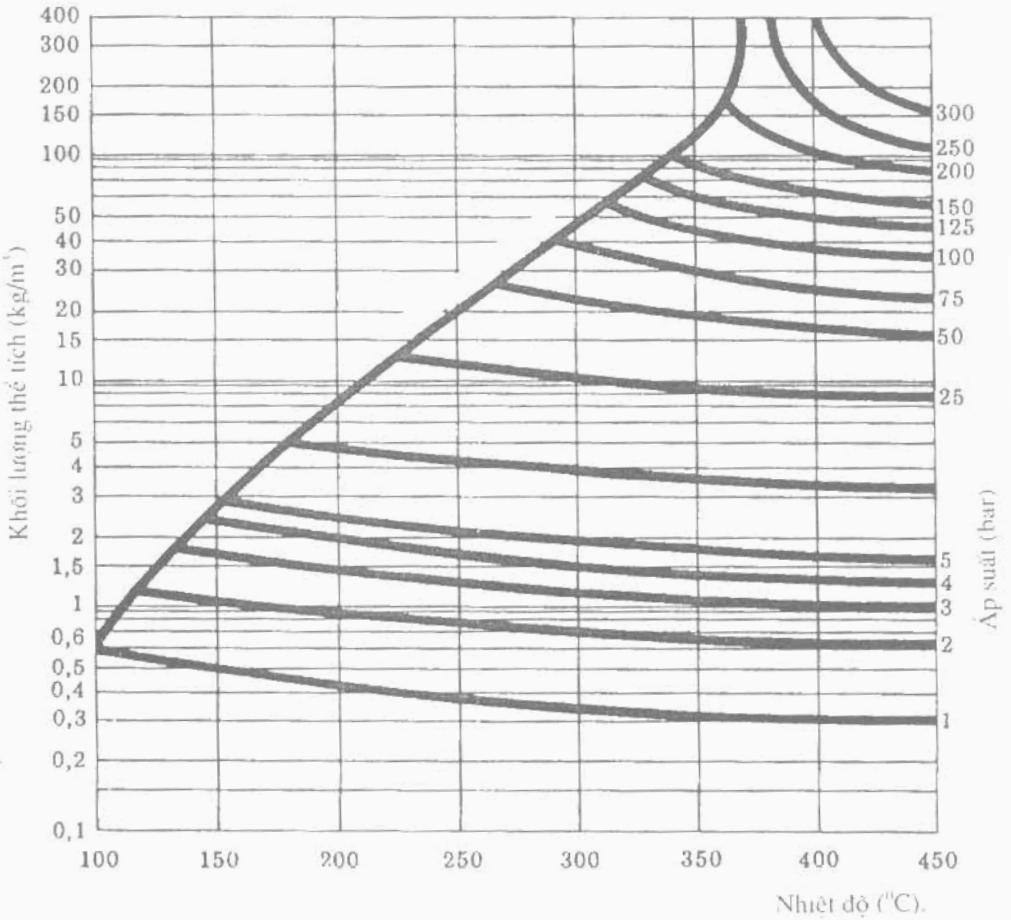
$$606,5 + 0,305t + c_p(t - t_1) \text{ (kcal/kg)}.$$

Trong đó: $t - t_1$ là khoảng cách nhiệt độ giữa hơi bão hoà và hơi quá nhiệt ở áp suất không đổi. Một cách gần đúng, ta có thể lấy $c_p = 2,1$ kJ/kg. Đặc biệt công thức này cho phép đánh giá Entanpi của nước đã hoá hơi trong lò đốt có khí thoát ra ở nhiệt độ t, t_1 trong trường hợp này bằng 100°C.

D. *Giản đồ hơi nước*

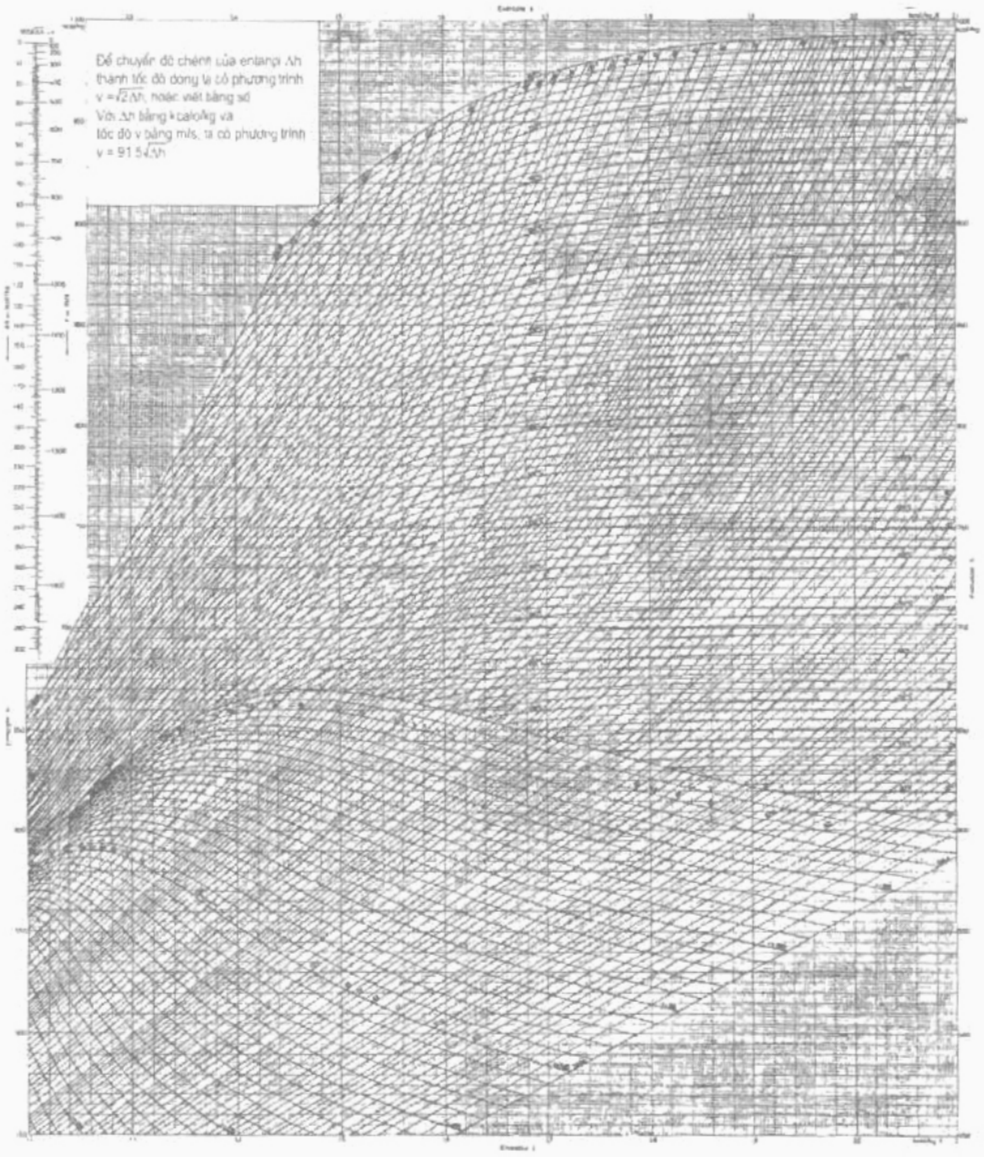
Hình 256 cho biết khối lượng thể tích của hơi nước phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất.

http://tieulun.hopto.org



Hình 256. *Khối lượng thể tích của hơi nước phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất (theo Chemais)*

http://tieulun.hopto.org



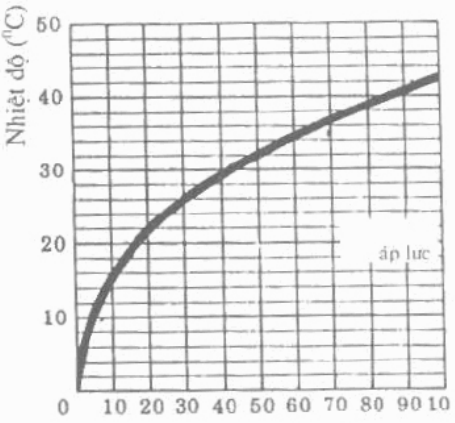
Hình 257. *Biểu đồ Molier đối với hơi nước (Theo E Schmitt)*

1kcal = 4,1868kJ; 1atm = 0,980605bar.

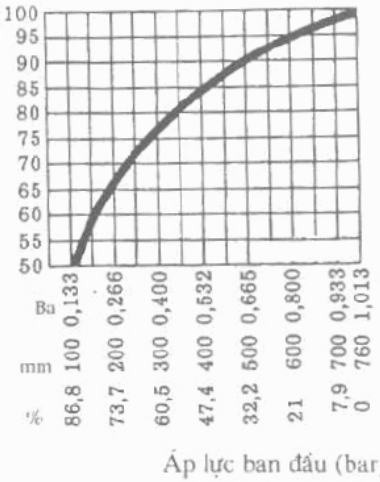
Để chuyển độ chênh của entanpi Δh thành tốc độ dòng ta có phương trình: $v = \sqrt{2\Delta h}$; hoặc viết bằng số

Với Δh bằng kcalo/kg và tốc độ v bằng m/s, ta có phương trình: $v = 91{,}5\sqrt{\Delta h}$.

http://tieulun.hopto.org



Hình 258. Nhiệt độ sôi của nước dưới chân không



Hình 259. Số phần trăm của nước hoá hơi giãn nở đoạn nhiệt hơi bão hoà ở áp suất khí quyển

7.1.3. Khí ẩm

A. *Các định nghĩa*

• *Nhiệt độ khô* là nhiệt độ của khí ẩm không bão hoà, được đo bằng nhiệt kế khô.

• *Nhiệt độ ẩm* là nhiệt độ của khí ẩm sẽ tự bão hoà khi tiếp xúc với một lớp chất lỏng.

• *Điểm hoá sương hay nhiệt độ hoá sương* là nhiệt độ mà hơi nước chứa trong khí bắt đầu ngưng tụ do làm lạnh ở một nhiệt độ đã cho.

• *Áp suất hơi nước bão hoà* là áp suất riêng phần hơi nước trong khí ở điểm hoá sương.

• *Độ ẩm tương đối là* tỷ số giữa áp suất riêng phần của hơi nước trong khí với áp suất hơi nước bão hoà tương ứng với nhiệt độ khô của khí này (tính bằng %).

B. *Hàm lượng hơi nước của một khí*

Nếu gọi P là áp suất toàn phần của khí có khối lượng mol M và p_v là áp suất riêng phần của hơi nước, hàm lượng nước m của một khí (tính bằng kg/kg khí khô) được tính bằng:

$$m = \frac{18}{M} \cdot \frac{p_v}{p - p_v};$$

http://tieulun.hopto.org

Đối với không khí $m = 0{,}622 \frac{p_v}{p - p_v}$.

Như vậy đối với không khí đã bão hoà ẩm ở 20°C dưới áp suất khí quyển thường: P = 1,103bar; p_v = 0.023bar; m = 0,0147kg/kg.

C. *Entanpi của một khí ẩm*

Nhiệt hỗn hợp có thể xem như rất nhỏ, vậy entanpi của một khí ẩm bằng tổng entanpi của khí khô và hơi nước. Đối với không khí entanpi cho bởi công thức:

$2.940m + (1 + 1{,}97m)t$ (kJ/kg khí khô);

$595m + (0.24 + 0{,}47m)t$ (kcal/kg khí khô).

7.2. Những khái niệm về nhiệt

Giới hạn cháy của hỗn hợp của một chất cháy với một nhiên liệu là cực tiểu và cực đại của số lượng sản phẩm này cho phép thực hiện đốt cháy chúng, khi các điều kiện mồi được thoả mãn.

Nhiệt lượng cháy là nhiệt lượng sinh ra trong quá trình đốt cháy một chất cho đến khi ôxy hoá hoàn toàn chất đó. Trong trường hợp là một hợp chất, nhiệt lượng này bằng tổng nhiệt lượng để hợp thành và nhiệt lượng giải phóng ra do cháy mỗi chất trong hỗn hợp.

7.2.1. Nhiệt trị

Nhiệt trị là nhiệt lượng sinh ra khi đốt cháy một đơn vị khối lượng hay thể tích nhiên liệu. Người ta chia thành:

- *Nhiệt trị nguyên chất* là nhiệt lượng sinh ra do đốt cháy một đơn vị khối lượng hay thể tích nhiên liệu không ẩm, không có khoáng chất và các khí không cháy được.

- *Nhiệt trị khô áp dụng* cho một đơn vị khối lượng hay thể tích nhiên liệu đã loại bỏ độ ẩm.

- *Nhiệt trị thô có chú ý đến* sự có mặt của tất cả các nhiên liệu trong một đơn vị khối lượng hay thể tích.

Nếu nhiên liệu chứa hydrô hay hợp chất chứa hydrô, chúng sẽ tạo thành nước trong các chất cháy.

Tuỳ theo trạng thái của nước (hơi hoặc lỏng) mà ta định nghĩa nhiệt trị nhỏ hay lớn.

http://tieulun.hopto.org

Nhiệt trị thấp (PCI), không bao gồm nhiệt lượng hoá hơi nước chứa trong chất cháy (do đó ta xem rằng nước này ở dạng hơi). Bình thường trong hệ SI tính theo kJ/k hay k/m^3.

Nhiệt trị cao (PCS) bao gồm cả nhiệt lượng hoá hơi của nước trong quá trình cháy, không phải là sự cháy của nước trong nhiên liệu khí.

Sự khác nhau giữa PCI và PCS tương ứng với nhiệt ẩm hoá hơi của nước. PCI, chỉ dùng trong việc tính toán các công trình, được suy ra từ PCS sau khi xác định hàm lượng hydro và nước của nhiên liệu.

Sự sai lệch giữa PCS và PCI đối với các chất hữu cơ khô cỡ 10-15%, đối với dầu đốt khoảng 5-9%. Nói chung, các nghiên cứu về kinh tế đưa ra các khái niệm *tấn dầu tương đương* (tep)

Một tấn dầu tương đương là năng lượng của một tấn khí hoá lỏng hay 1.000m^3 khí tự nhiên.

7.2.2. Quá trình cháy

Trong các quá trình cháy quy ước trong đó chất cháy là không khí, người ta chia thành:

• *Quá trình cháy lý thuyết*: Số lượng không khí sử dụng bằng khả năng cháy của nhiên liệu. Quá trình cháy này là không hoàn toàn.

• *Quá trình cháy do các chất ôxy hoá và nửa ôxy hoá*: Lượng không khí sử dụng lớn hơn khả năng cháy của nhiên liệu. Quá trình cháy với đủ không khí là cháy hoàn toàn, song trong quá trình cháy nửa ôxy hoá là cháy không hoàn toàn.

Bảng 61. Thí dụ

Hạng mục	PCI			
	kJ/kg	mth/kg	kJ/m^3	mth/m^3
Dầu mỡ (trọng lượng thô)	31.000	7.400		
Bùn d'ERU (MV cho kg)	21.000	5.000		
Dầu ăn (bếp)	43.000	10.000		
Chất thải nhà bếp	5.000 - 8.000	1.200 - 1.900		
Propane thương mại			45.800	11.000
Butane thương mại			44.600	10.700
Gaz bếp			26.000 - 33.000	6.200 - 7.900
Gaz tự nhiên (Lacq)			49.300	11.800
Gaz của sự phân huỷ			22.000	5.300

http://tieulun.hopto.org

• *Quá trình cháy hoàn nguyên và bán hoàn nguyên*: Lượng không khí đưa vào nhiên liệu nhỏ hơn khả năng cháy. Nó bị hấp thụ hoàn toàn trong trường hợp cháy hoàn nguyên, và hấp thụ một phần trong trường hợp cháy bán hoàn nguyên.

• *Quá trình cháy hỗn hợp*. Nó tạo ra khói trong đó có ôxy chưa sử dụng và các chất chưa cháy hết. Đó là một quá trình cháy, mà ta thấy trong thực tế do khó khăn công nghệ.

Ta gọi quá trình cháy trung hoà là một quá trình cháy hoàn toàn với số lượng chất ôxy hoá nhiên liệu cần thiết và đủ để thực hiện quá trình này. Một quá trình cháy như vậy chỉ là một khái niệm lý thuyết và rất khó thực hiện trong thực tế. Tuy nhiên nó cho phép xác định một số tham số đặc trưng cho quá trình cháy.

Khả năng cháy của một nhiên liệu là số lượng không khí cần thiết để bảo đảm quá trình cháy trung hoà một đơn vị nhiên liệu. Đối với nhiên liệu rắn và lỏng, ta có thể xem một cách gần đúng là giá trị của nó vào khoảng 1Nm^3 không khí/1kg đối với một PCI là 4 000kJ/kg. Đối với nhiên liệu khí, có cùng giá trị nhưng quy đổi thành m^3 trong điều kiện chuẩn. Đối với bùn thải đô thị, giá trị này vào khoảng 6,5Nm^3/kg chất bay hơi.

Khả năng sinh khói của một nhiên liệu là số lượng khói tạo ra của quá trình đốt cháy trung hoà của nhiên liệu này. Nhìn chung, trong thực tế, người ta dùng khái niệm khả năng sinh khói đối với khói ẩm. Trong trường hợp này, ta giả thiết rằng hơi nước không ngưng tụ. Một cách gần đúng ta có thể xác định khả năng này theo công thức Veron:

- Đối với nhiên liệu rắn: 1Nm^3/1kg bằng 3.500 kJ/kg PCI;

- Đối với một nhiên liệu lỏng: 1Nm^3/kg bằng 3.800kJ/kg PCI;

Đối với một nhiên liệu khí 1Nm^3/Nm^3 bằng 3.500 kJ/Nm^3 PCI.

(không có giá trị của những gaz nghèo, theo PCI được 8.000 kJ.N/m^3).

7.3. Những khái niệm về trao đổi nhiệt

7.3.1. Các định nghĩa

Sự dẫn nhiệt tương ứng với sự vận chuyển nhiệt giữa hai vật khi tiếp xúc với nhiệt độ không bằng nhau hoặc giữa hai phần của cùng một vật thể có nhiệt độ khác nhau.

http://tieulun.hopto.org

Nhiệt thông ϕ truyền đi do sự dẫn nhiệt trên một chiều dài x qua một mặt S đặt vuông góc với nhiệt thông được xác định bằng định luật Furiê:

$$\phi = \lambda S \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{x}$$

$(\theta_1 - \theta_2)$ là độ giảm nhiệt độ trên khoảng cách x; λ là một hàm quan hệ gần tuyến tính với nhiệt độ. $\lambda = \lambda_0(1+\alpha\theta)$; α có giá trị dương đối với các vật liệu cách nhiệt, còn đối với kim loại nhôm và đồng thau α có giá trị âm. Tuy nhiên sự thay đổi hệ số dẫn nhiệt theo nhiệt độ tương đối nhỏ. Một cách gần đúng ta có thể chấp nhận các giá trị dưới đây (khi nhiệt độ từ 0 đến 100°C).

	W/m.K	mth/mh °C
- Thép non chứa 1% cacbon	45	39
- Thép không gỉ (72CN 18 10)	15	13
- Đồng nguyên chất	384	330
Nhôm	200	175
- Đồng chứa 3% kẽm	99	85
- Bông thuỷ tinh	0,038	0,033
- Lie giãn nở	0,040	0,035
- Polystyren giãn nở	0,035	0,030

Ở nhiệt độ môi trường ta có thể chấp nhận:

- Đối với nước yên lặng λ = 0,58W/m.K (0,5mth/m.h. °C);
- Đối với không khí yên lặng λ = 0,027W/mK (0,23mth/m.h. °C).

Phương trình Furiê còn được viết dưới dạng: $o = \frac{\Delta 0}{R}$ với $R = \frac{x}{\lambda S}$.

Trong trường hợp dẫn nhiệt qua nhiều vật liệu ghép nối tiếp, ta có thể viết: $\phi = \frac{\Delta\delta}{\sum R}$ với $\Delta\delta$ là độ giảm nhiệt đô tổng của các phần tử.

Đối lưu là hiện tượng vận chuyển nhiệt ở phía dưới một chất lỏng từ một chất rắn dưới hiệu ứng chuyển dông do sự khác nhau về tỷ trong (đối lưu tự nhiên) hay bằng các phương tiện cơ học (gọi là đối lưu cưỡng bức).

Thực tế, sự truyền nhiệt giữa một vật rắn ở nhiệt độ 0 và một chất lỏng ở nhiệt độ θ_1 xảy ra hai quá trình đối lưu và dẫn nhiệt, đó là một hiện tượng

http://tieulun.hopto.org

đặc biệt phức tạp. Tuy nhiên ta có thể xác định một hệ số truyền nhiệt tổng quát k:

$$\phi = k.S\,(\delta - \delta_1)$$

Các giá trị k phụ thuộc vào một số tính chất vật lý của chất lỏng, tốc độ lưu thông, kích thước hình học của vật rắn. Giá trị của k thay đổi rất lớn, ta có thể đưa ra một số giá trị sau:

	W/m^2K	$mth/m^2.h.\ °C$
Nước sôi	1.700 - 50.000	1.500 - 45.000
Hơi nước ngưng tụ thành lớp mỏng	5.800 - 17.000	5.000 - 15.000
Sấy nóng hoặc làm lạnh nước	300 - 17.000	250 - 15.000
Sấy nóng hoặc làm lạnh không khí	1,2 - 45	1 - 40

Bức xạ nhiệt : tương ứng với sự truyền nhiệt dưới dạng năng lượng bức xạ. Hiện tượng xảy ra không cần sự hỗ trợ của vật liệu, do vậy có thể xảy ra trong chân không. Định luật Stêfan-Bolzman cho biết nhiệt thông phát ra bởi các bức xạ:

$$\phi = k.\varepsilon.S\,T^4.$$

Trong đó: T - Nhiệt độ tuyệt đối của vật phát bức xạ;

ε - Hệ số phát xạ, có giá trị bằng 0 đối với mặt phản xạ lý tưởng và bằng 1 đối với vật đen và k là một hệ số có thứ nguyên.

7.3.2. Các thiết bị trao đổi nhiệt

Nhiệt lượng truyền qua một vách ngăn được viết dưới dạng: $Q = kSd_m$.

Trong đó: S - Diện tích mặt trao đổi nhiệt (m^2);

d_m - Sai lệch nhiệt độ trung bình giữa hai thành vách ngăn, được đặc trưng bằng giá trị trung bình lôga của nhiệt độ vào và ra của chất lỏng

k - Hệ số truyền nhiệt chung tính bằng $W/m^2.K$ hay $mth/m^2.h.\ °C$ phụ thuộc vào bản chất và điều kiện dòng chảy của chất lỏng và tính chất của vách ngăn.

Q tính bằng W hay mth/h tuỳ theo hệ đơn vị sử dụng.

http://tieulun.hopto.org

• *Xác định hệ số truyền nhiệt chung:*

Trong trường hợp truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt và đối lưu cưỡng bức (trường hợp các thiết bị trao đổi nhiệt trong xử lý bùn), người ta có thể dùng một công thức toán học để xác định hệ số truyền nhiệt lý thuyết trong trường hợp các mặt trụ tròn. Thực tế do có sự phân tán chất lương của bùn và chất lỏng chứa trong các lỗ trống của bùn, nên hệ số truyền nhiệt được xác định chủ yếu bằng thực nghiệm

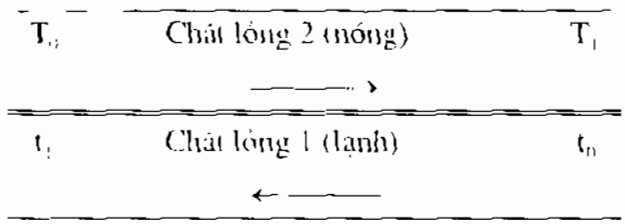
Ví dụ:

- Trong quá trình lên men phân huỷ bùn, hệ số trao đổi nhiệt có thể lấy giá trị 1.300W/m^2.k (1.100mth.m^2.h°C) đối với chất lỏng có tốc độ từ 1 đến 2m/s.

- Trong xử l bùn băng nhiệt với các thiết bị trao đổi nhiệt giữa bùn và bùn, hệ số trao đổi nhiệt có thể đạt tới giá trị 350Wm^2k (300mth.m^2.h °C) cho chất lỏng có tốc đò từ 0,5-1m/s.

• *Xác định giá trị trung bình loga của nhiệt độ:*

Cho một thiết bị trao đổi nhiệt ngược dòng, trong đó chảy hai chất lỏng



Giá trị trung bình loga cho bởi công thức:

$$d_m = \frac{d_1 - d_2}{\log \frac{d_1}{d_2}}$$

Trong đó: $d_1 = T_n - t_1$; $d_2 = T_1 - t_n$. Bảng Hausband làm đơn giản phép tính bằng cách cho tỷ số d_m/d phụ thuộc vào d_2/d_1 với $d_1 > d_2$

http://tieulun.hopto.org

Bảng 62. Bảng Hausband

d_2/d_1	d_m/d_1	d_2/d_1	d_m/d_1	d_2/d_1	d_m/d_1
0,01	0,215	0,16	0,458	0,70	0,843
0,02	0,251	0,18	0,478	0,75	0,872
0,03	0,277	0,20	0,500	0,80	0,897
0,04	0,298	0,22	0,518	0,85	0,921
0,05	0,317	0,24	0,535	0,90	0,953
0,06	0,335	0,26	0,557	0,95	0,982
0,07	0,352	0,30	0,583	1,00	1,00
0,08	0,368	0,35	0,624		
0,09	0,378	0,40	0,658		
0,10	0,391	0,45	0,693		
0,11	0,405	0,50	0,724		
0,12	0,418	0,55	0,756		
0,13	0,430	0,60	0,786		
0,14	0,440	0,65	0,815		

Chú ý : Người ta đã chứng minh được khi $0,5<d_2/d_1<2$ thì sai số trung bình loga và trung bình cộng nhỏ hơn 5%. Chú ý này minh chứng cho việc sử dụng giá trị trung bình cộng trong dải bộ phận các thiết bị trao đổi nhiệt trong xử lý bùn.

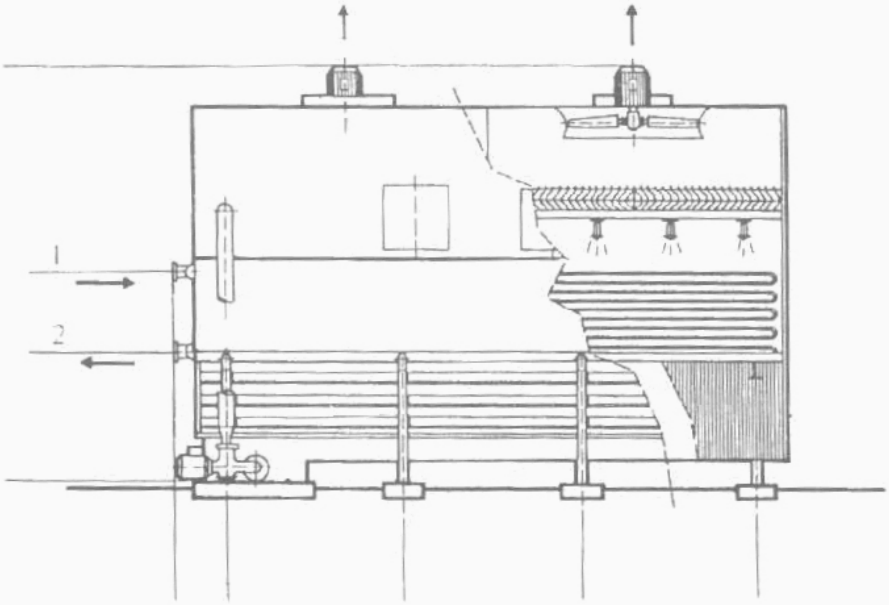
7.4. Tháp làm lạnh

Thực hiện làm lạnh nước nóng bằng không khí theo ba loại tháp làm lạnh:

• *Tháp làm lạnh kiểu bốc hơi "ướt"*: Trong các tháp này, nước tiếp xúc với không khí và truyền nhiệt được bảo đảm bằng cách hoá hơi từng phần nước và làm tăng độ ẩm của không khí (85-90%) và cũng làm nóng trực tiếp không khí. Sự trao đổi nhiệt này phụ thuộc vào độ ẩm không khí.

• *Tháp làm lạnh kiểu "khô"*: Trong thiết bị này, nước chảy trong các ống có cánh tản nhiệt và không tiếp xúc trực tiếp với không khí. Sự truyền nhiệt được thực hiện chỉ bằng việc làm nóng không khí.

http://tieulun.hopto.org



Hình 260. *Thiết bị lạnh hỗn hợp*

• *Tháp làm lạnh hỗn hợp* trong đó có tưới mát mặt ngoài các ống để hạ nhiệt độ của không khí nhằm nâng cao hiệu suất của thiết bị. Sự hoạt động của các thiết bị lạnh được xác định bởi:

- Độ chênh lệch nhiệt độ giữa nước nóng và nước lạnh (thường mong muốn giá trị từ 10 đến 12°C);

- Khoảng chênh lệch nhiệt độ giữa nước lạnh và không khí ẩm lạnh có thể đạt tới 5-6°C hoặc đối với không khí khô (ở thiết bị làm lạnh bằng không khí khô) có giá trị xấp xỉ.

Trong một thiết bị lạnh kiểu làm ẩm, sai lệch này phụ thuộc vào sự khác nhau của entapi nước và không khí là không phải là hằng số, khi nhiệt độ của không khí lạnh thay đổi (hình 261).

Việc sử dụng thiết bị lạnh thông gió tự nhiên được chấp nhận cho các lưu lượng lớn và đối với nhiệt độ thấp.

Từ các quan hệ đối lưu và hoá hơi, Merkel (1925) đã xây dựng một phương trình gần đúng đặc trưng cho sự trao đổi nhiệt.

$$MdC_e = K(H - H').$$

Trong đó: M - Khối lượng của nước đã được làm lạnh;

d - Sự thay đổi nhiệt độ của nước đem làm lạnh;

C_e - Nhiệt dung của nước;

http://tieulun.hopto.org

H - Entanpi của không khí bão hoà ở nhiệt độ của nước;

H' - Entanpi của không khí khi tiếp xúc với nước;

K - Hệ số truyền khối lượng;

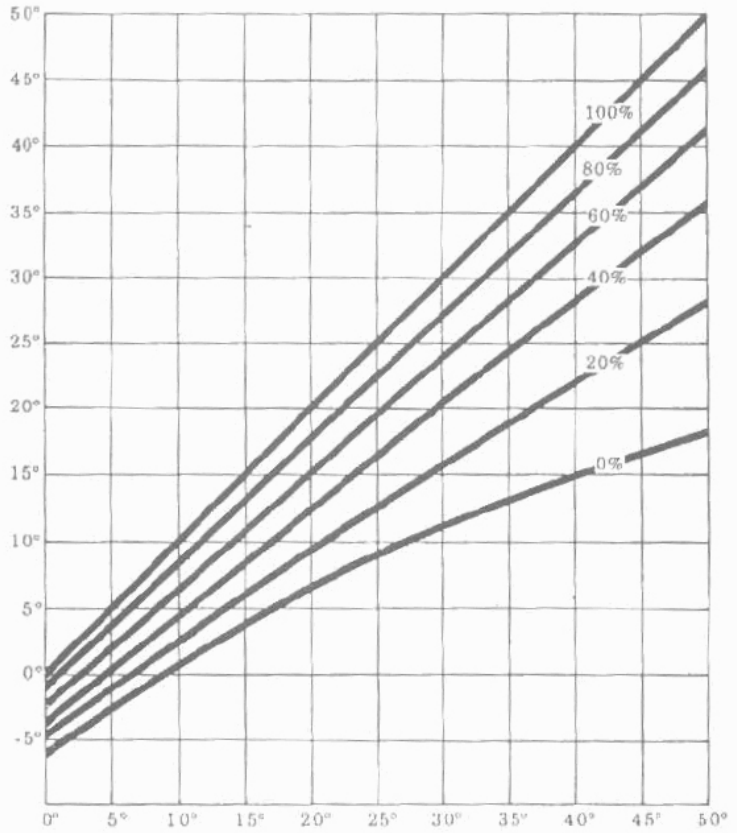
S - Diện tích mặt trao đổi nhiệt.

Trong tính toán ta xem tỷ số KS/M' (không thứ nguyên) có thể thay đổi từ 0,7 đến 2.

Trong tháp làm lạnh kiểu khô, vùng tiếp cận không đổi khi nhiệt độ thay đổi.

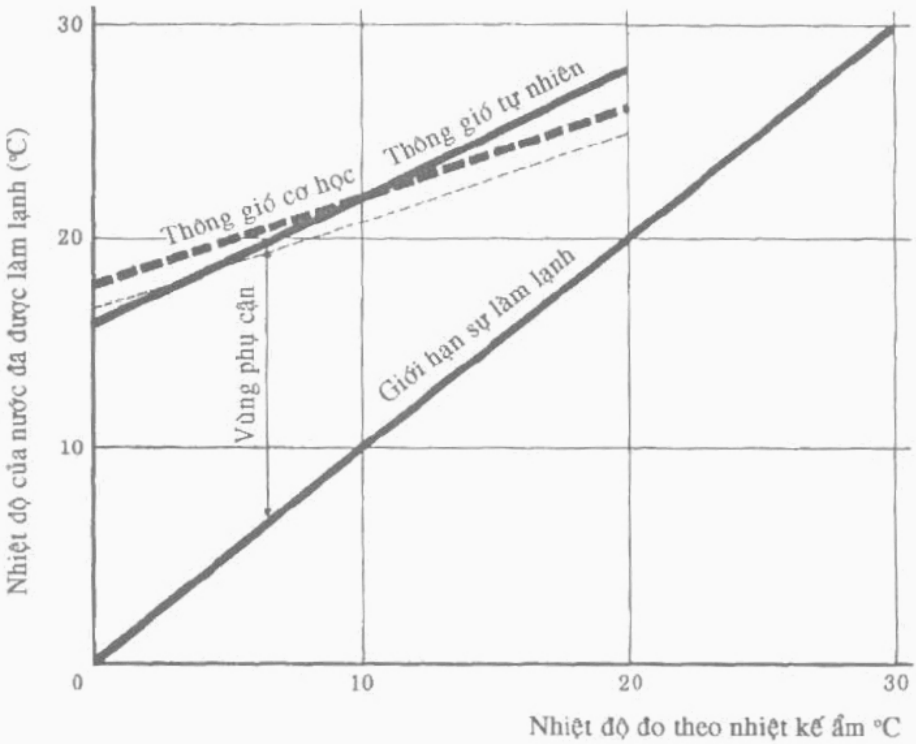
• *Sự làm lạnh nước bẩn*

Trong chu trình tuần hoàn nước làm sạch khí hay sự làm lạnh nước thải trước khi xử lý, các tháp làm lạnh bị đóng cáu cặn, tắc nghẽn và bị ăn mòn. Các khó khăn này có thể được hạn chế bằng cách phun nước thành giọt lên các vật liệu đỡ bằng nhựa hơn là cho nước chảy thành màng trong các khối vật liệu tiếp xúc.



Hình 261. *Chuyển đổi nhiệt độ, đo bằng nhiệt kế khô và nhiệt kế ẩm phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của không khí*

http://tieulun.hopto.org



Hình 262. *Sự tác động của nhiệt độ ẩm lên vùng tiếp cận của tháp làm lạnh kiểu ướt*

http://tieulun.hopto.org

7.5. Sự giãn nở của vật liệu

Bảng 63. Hệ số giãn nở dài của một số chất rắn

Tên gọi	Khối lượng thể tích (kg/dm^3)	Hệ số giãn nở dài giữa 20 và 100°C (m/m°C).10^6
Kim loại		
Thép cácbon thông thường	7,85	12,4
Thép không gỉ austenit	7,90	16,5
Thép không gỉ ferit	7,70	10,5
Thép chịu lửa	7,90	15,5
Nhôm	2,70	23,8
Đồng đỏ	8,90	15,5
Đồng	8,90	16,8
Thiếc	7,28	27,0
Sắt	7,87	11,4
Gang xám	7,20	11-12
Gang hợp kim	7,40	17,5-19,5
Đồng thau có 35% Zn	8,45	20,3
Chì	11,40	28,6
Titan	4,50	8,35
Kẽm	7,14	30
Vật liệu chất dẻo		
Axêtal	1,40	130
Epôxi được gia cố bằng sợi thuỷ tinh (40% nhựa)	1,70-1,80	10
Polyeste gia cố bằng sợi thuỷ tinh (40% nhựa)	1,80	30
Polyamid 6 (Nylon)	1,12-1,15	70-140
Polyamid 11 (Rilsant)	1,04	110-150
Poly cacbon(Makrelon)	1,20	60-70
PVC	1,35-1,45	50-180
PVC chứa nhiều clo	1,50-1,55	60-80
PEHD	0,95	110-140
Polymetacrylat (Plexiglas)	1,17-1,20	50-90
PP	0,90	70-150
PTFE (Teflon)	2,1-2,3	80-120
PS chịu va chạm	1-1,1	35-210

http://tieulun.hopto.org

8. QUY CHẾ

8.1. Quy chế chất lượng nước tiêu dùng

Bảng 64 tập hợp các giá trị được OMS, Hội đồng châu Âu và Nhà nước Pháp chấp thuận.

8.1.1. Các khuyến nghị của tổ chức y tế thế giới

(*Hướng dẫn về chất lượng nước uống-OMS Geneve 1986*)

Tập1: Các khuyến nghị.

Tập 2: Các tiêu chuẩn vệ sinh và tài liệu minh chứng.

Tổ chức y tế thế giới (OMS) đã chia các tham số thành một số loại:

- Chất lượng vi khuẩn;
- Các hợp chất vô cơ gây hại cho sức khoẻ;
- Chất lượng thẩm mĩ học;
- Các chất phóng xạ.

Các giá trị trên đây được lấy ra từ quy định này.

Điều quan trọng tiếp theo đối với mỗi quốc gia là tự xây dựng cho mình một bộ luật riêng tuỳ thuộc vào các tiêu chuẩn của địa phương, đặc biệt bao gồm cả các chỉ tiêu kinh tế.

Cũng cần nhớ rằng, những quy chế xây dựng năm 1986 gồm một số lớn các tham số hữu cơ, chủ yếu là các hợp chất chứa clo không được chỉ ra trong các tài liệu của CEE và nước Pháp.

8.1.2. Chỉ dẫn của CEE

(Hướng dẫn của Hội đồng ngày 15/7/1980, liên quan đến nước tiêu dùng cho con người số 80/779/CEE Công báo của Hội đồng Châu Âu ngày 30/8/1980)

Bảng hướng dẫn này tập hợp 62 tham số chia thành 5 loại

- Các tham số gây cảm giác (từ số 1 đến 4 trong bảng 64);
- Tham số những chất không ưa chuộng (N° 20 - 43);
- Các tham số hoá lý (từ số 5 đến 19);
- Các tham số liên quan đến các chất độc hại (từ số 44 đến 56);
- Các tham số vi sinh học (từ số 57 đến 62).

http://tieulun.hopto.org

Mỗi một tham số đều xác định một mức hướng dẫn, đó là giá trị được xem xét thoả mãn yêu cầu và cần phải tìm giải pháp để đạt tới giá trị này. Đối với mỗi tham số cũng cần phải cố định một nồng độ lớn nhất có thể chấp nhận được (CMA). Nước phân phối cần phải có giá trị thấp hơn hoặc bằng giá trị này. Khi nồng độ trong nước thô lớn hơn giá trị này, ta cần phải thực hiện các xử lý thích hợp, chỉ dẫn chính xác các phương pháp phân tích dùng để đo mỗi tham số.

Bảng 64: Quy chế về chất lượng nước tiêu dùng

Các tham số	Chỉ dẫn của CEE			Pháp	OMS
	N°	N.G.	CMA		
1	2	3	4	5	6
Màu mg/l Pt- CO	1	1	20	15	15
Độ đục mg/l SiO_2	2	1	10		
đơn vị JACSON		0,4	4	2	5
Mùi	3	0	2-12°C	2	
			3-25°C	3	
Vị dung dịch	4	0	2-12°C	2	
			3-25°C	3	
Nhiệt độ °C	5	12	25	25	
PH	6	6,5-8,5		6,5-9	6,5-8,5
Điện dẫn xuất µS/cm ở 20°C	7	400			
Clorua mg/l Cl	8	25		250	250
Sunfat mg/l SO_4	9	25	250	250	400
Silic mg/l SiO_2	10				
Canxi mg/l Ca	11	100			
Magiê mg/l Mg	12	30	50	50	
Natri mg/l Na	13	20	150	150	200
Kali mg/l K	14	10	12	12	
Nhôm mg/l Al	15	0,05	0,2	0,2	0,2
Độ kiềm d°F	-			50	
Độ cứng toàn phần d°F	16				50
Chất thải khô mg/l (180°)	17		1.500		1.500
Oxy hoà tan (%)	18		Bão hoà > 75% trừ nước ngầm		

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
CO_2 tự do mg/l CO_2	19		Nước không ăn mòn		
Nitrat mg/l NO_3	20	25	50	50	44
Nitrit mg/l NO_2	21		0,1	0,1	
Amôn mg/l NH_4	22	0,05	0,5	0,5	
Nitơ Kjeldahl mg/l N	23			1	
Tính oxy hoá được (KMnO4)mg/l O2	24	2	5	2	
Cacbon hữu cơ toàn phần mg/l C	25			5	
Hydrounfua µg/l S	26		Không phát hiện được độ nhạy cảm		
SEC mg/l	27	0,1	-		
Hydrocacbua hoà tan µg/l	28		10	-	
Chỉ số phenon µg/l	29		0,5	10	
Bo µg/l B	30	1000		0,5	
Thuốc tẩy µg/l Sufua lauryl	31		200		
Hợp chất chứa µg/l clo hữu cơ	32	1		200	
Sắt µg/l Fe	33	50	200		
Mangan µg/l Mn	34	20	50	200	300
Đồng µg/l Cu	35	100 3.000 (12h trong mạng ống)		50	100
Kẽm µg/l Zn	36	100 5.000 (12h trong mạng ống)		1.000	1.000
Phốphát µg/l P_2O_5	37	400	5.000	5.000	5.000
FIO µg/l F-	38	1.500 (8-12°C) 700 (25-30°C)		5.000	
Coban µg/l Co	39			1.500	1.500
Chất lơ lửng mg/l	40	Có			
Chất oxy hoá dư µg/l Cl_2	41				
Bary µg/l Ba	42	100			

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
Bạc µg/l Ag	43		10		
Asen µgy As	44		50	10	
Berylium µg/l Be	45			50	50
Cadimi µg/l Cd	46		5		
Xianua µg/l CN	47		50	5	5
Crôm µg/l Cr	48		50	50	100
Thuỷ ngân µg/l Hg	49		1	50	50
Niken µg/l Ni	50		50	1	1
Chì µg/l Pb	51		50	50	50
Antimon µg/l Sb	52		10	50	50
Sèlen µg/l Se	53		10	10	
Vadini µg/l V	54			10	10
Thuốc trừ sâu µg/l	55				
- Cho substance			0,1		
+ adrin vaf dialdrin				0,1	
+ hexaclo benzen				0,03	0,03
- Tổng cộng				0,01	
- P.B.C. & P.C.T.			0,5	0,5	
H.P.A. µg/l	56			0,5	
Toàn bộ những hoá chất dưới đây.			0,2		
- fluranthene				0,1	0,1
- benzo (3, 4) fluranthene					
- benzo (11, 12) fluranthene					
- benzo (1, 12) perylene					
- indeno (1, 2, 3 - cd) pyrene					
- benzo (3, 4) pyrene					
Col.formes totaux (100ml)	57		0		
Coliformes fecaux (100ml)	58		0	0,01	0,01
Streptocoques fecaux (100ml)	59		0	0	0
Clostridium sulfitoreducteurs trong 20ml	60		NPP ≤ 3	0	0
Liệt kê tất cả trong 1ml (nước fanh) 37°C	61	10		0	0
22°C		100			

http://tieulun.hopto.org

1	2	3	4	5	6
Liệt kê tất cả trong 100ml (nước không uống) 37°C	62	5	20		
22°C		20	100	20	
Tổng hợp hữu cơ µg/l				100	
- Benzen					
- Tetrachlorure của cachon					10
- Chlordane					3
-Clorua benzen					0,3
- Cloruaforme					0,1 - 3
- 2,4,D.					30
- D.D.T.					100
- 1,2 Dichloroethane					1
- 1,1 Dichloroethane					10
- Heptachlore và heptachloreepox					0,3
- Hexachlobenzen					0,1
- γ HCH (Lindane)					0,01
- Methoxy clo					3
- Penta clo phenol					30
- Tetrachloroethene					10
- Trichloroethene					10
- 2,4,6, Trichlorophenol					30
Tia bức xạ					10
Tia α Bq/l					
Tia β Bq/l					0,1
					1

http://tieulun.hopto.org

Bảng 65. Các loại phân tích hoá lý

Phân tích hoá lý						
	Giới hạn phân tích lý hóa (C_1)	Phân tích hoá lý sơ bộ (C_2)	Phân tích hóa lý toàn bộ (C_3)	Phân tích hoá lý đặc biệt (C_4)		
				C4a	C4b	C4c
Các thông số gây cảm giác	-Chất lượng, mùi vị, màu - Độ đục	-Hình thức, mùivị, màu - Độ đục	-Hình thức, mùi vị, màu - Độ đục			
Các thông số hoá lý cấu trúc tự nhiên của nước	- pH - Điện dẫn	- Nhiệt độ - pH - Điện dẫn - Nitrat - Ba tham số trong các tham số sau: nitrit, amoni, clrua, sunfat, khả năng oxy hoá $KMnO_4$, chuẩn độ kiềm toàn phần hay độ cứng toàn phần	- Nhiệt độ - pH - Điện dẫn - Clorua - Sunfat - Silic - Canxi - Natri - Kali - Nhôm - Chất khô -O xy hoà tan - Anhydrit cácbonic tự do thử nghiệm trên đá hoa hay tính toán cân bằng calco cabonic Hydrogenocacbonat			
Các tham số liên quan đến các chất không mong muốn	Clo dư hay tất cả các tham số khác đại diện cho xử lý khử trùng	Clo dư hay tất cả các tham số khác đại diện cho xử lý khử trùng	- Nitrat - Nitrit - Amoni - Oxy ở $KMnO_4$ bằng với trong môi trường axit -Hydro sufua - Sắt, đồng, kẽm, Mn, phôtpho, flo, clodư hay tất cả các tham số tiêu biểu cho xử lý khử trùng	- Nitơ - Hydrocacbua - Tác hại bề mặt - Chỉ số phênon	- Fe - Cu - Zn	
Thông số chứa đựng các chất độc hại					- Catmi - Chì -HPA	- Asen - Sianù - Crôm - Thuỷ ngân - Sêlen
Thông số khác						- Thuốc trừ sâu - Hợp chất halôyen bay hơi

http://tieulun.hopto.org

8.1.3. Quy chế của nước Pháp

Quy chế được phê chuẩn theo sắc lệnh số 89-3 ký ngày 3/2/1989 đối với nước tiêu dùng của con người, không kể đến nước khoáng thiên nhiên.

Các giá trị xác định theo sắc lệnh này là các giá trị không được vượt qua (CMA) đối với phần lớn các thông số, trừ độ kiềm và độ cứng, chúng đặc trưng bằng nồng độ nhỏ nhất thu được trong trường hợp nước được xử lý làm mềm.

Sắc lệnh xác định nhiều loại hình phân tích như trong bảng 65 (các thông số hoá lý C) và bảng 66 (các thông số sinh học B) gồm một số lượng phân tích lớn từ phân tích rút gọn (C_1+B_1) đến phân tích toàn phần (C_3+B_3) có thể có phân tích đặc biệt C_4

Bảng 67. Xác định các tiêu chuẩn phân tích cần thực hiện theo:

- Nguồn gốc: Nước ngầm hay nước mặt;
- Có áp dụng xử lý hay không xử lý
- Điểm lấy mẫu: ở nhà máy hay ở mạng phân phối nước.

Bảng 66. Xác định tần suất phân tích hàng năm đối với các mẫu lấy từ nguồn hay nhà máy hoặc trong mạng phân phối tuỳ thuộc vào số dân

Phân tích vi khuẩn học		
Đơn giản (B1)	So bộ (B2)	Toàn bộ (B3)
- Độ sai lệch nhiệt cho phép của khuẩn coli; - Khuẩn cầu chuỗi của phân bắc.	- Độ sai lệch nhiệt cho phép đối với khuẩn coli, - Khuẩn cầu chuỗi của phân bắc - Thống kê các dịch vi khuẩn hiếu khí hồi sinh ở 22 °C và 37°C.	- Sai lệch nhiệt cho phép đối với khuẩn coli, - Khuẩn cầu chuỗi của phân bắc; - Thống kê các dịch vi khuẩn hiếu khí hồi sinh ở 22 °C và 37°C; - Phối vi khuẩn kị khí khử sunphit.

http://tieulun.hopto.org

Bảng 67. Phân tích các loại mẫu theo điểm lấy mẫu

Vị trí	Nguồn		Nơi sản xuất				Mạng phânphối	
	Ở điểm múc trước xử lý (R)		Sau xử lý và trước ống đẩy hoặc điểm lấy mẫu sau xử lý (P)				Trong mạng ống dẫn (D)	
Nguồn gốc của nước	(R.P.) Nước ngầm	(R.S.) Nước mặt	(P1) Nước ngầm và nước mặt	(P2) Nước ngầm (P2P)	(P2) Nước mặt (P2P)	(P3) Nước ngầm và nước mặt	(D1) Nước ngầm và nước mặt	(D2) Nước ngầm và nước mặt
Tiêu chuẩn phân tích	B1	B1	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—		B2	—
	—	—	B3	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	C1	—
	—	—	C2	—	—	—	—	C2
	C3	C3	—	C3	C3	—	—	—
	—	C4a	—	—	C4a	C3	—	—
	—	C4c	—	—	—	C4a	—	C4b
						C4c		

Bảng 68a. Tần suất phân tích hàng năm (mẫu lấy ở nguồn và nhà máy)

Lưu lượng ngày (m^3)	Tần suất lấy mẫu hàng năm					
	R.P.	R.S.	P1	P2P	P2S	P3
Nhỏ hơn 99	–	–	1	–	–	–
Từ 100 đến 399	1/2	1	2	1/2	1	1/5
Từ 400 đến 999	1/2	1	2	1/2	1	1/5
Từ 1.000 đến 1.999	1/2	1	3	1/2	1	1/5
Từ 2.000 đến 5.999	1	1	6	1	1	1/2
Từ 6.000 đến 9.999	2	2	6	1	1	1/2
Từ 10.000 đến 19.999	2	2	12	2	2	1
Từ 20.000 đến 29.999	4	4	18	3	3	1
Từ 30.000 đến 59.999	4	4	36	6	6	1
Từ 60.000 đến 99.999	4	4	60	10	10	1
≥ 100.000	4	4	120	20	20	1

http://tieulun.hopto.org

Bảng 68b. Tần suất phân tích hàng năm (mẫu lấy ở mạng phân phối)

Lưu lượng ngày (m^3)	D_1	D_2
Nhỏ hơn 499	2	–
Từ 500 đến 1.999	4	1/2
Từ 2.000 đến 4.999	6	1/2
Từ 5.000 đến 9.999	12	1/2
Từ 10.000 đến 29.999	60	1
Từ 30.000 đến 49.999	60	2
Từ 50.000 đến 99.999	120	4
Từ 100.000 đến 149.999	180	4
Lớn hơn hoặc bằng 150.000	360	4

8.2. Các quy chế về nước bể bơi và bể tắm

Quy chế này được phê chuẩn theo:

- Sắc lệnh số 81-324 ký ngày 7/4/1981;

- Bản thông báo ngày 9/5/1983 của nước Pháp.

Nó được trình bày kĩ ở Chương 23

Khối CEE đã công bố bản hướng dẫn về chất lượng nước bể bơi (số L 31/5: 76/160/CEE) được tóm tắt trong bảng 69.

8.3. Các điều kiện thải của nước thải đô thị

Ở nước Pháp, Thông tri ngày 4/11/1980 xác định:

- Phương pháp thiết lập các đặc tính bắt buộc để thải nước thải đô thị vào môi trường tự nhiên;

- Một thang mức chất lượng dùng để chỉ dẫn và đồng nhất các giá trị đối với các thông số ô nhiễm chính.

Thông thường trong trường hợp thải ra sông, việc đánh giá các tính chất của nước thải dựa trên cơ sở "mục tiêu chất lượng" xác định ở các sông hay một phần của sông được xem xét.

Những khái niệm về dòng ô nhiễm và hệ số pha loãng được chú ý một cách thích đáng xung quanh vấn đề này. Các mức chất lượng tương ứng với khả năng kỹ thuật của các quá trình chính làm giảm sự khác nhau của các thông số ô nhiễm.

http://tieulun.hopto.org

Một nước thải thô được coi như là nước thải đô thị, khi một mẫu thử trung bình lấy sau 24h, cho lắng trong 2 giờ có tỷ số $COD/BOD_5 < 2,5$ với COD <750mg// và một hàm lượng NTK <100 mg/l.

Các mức chất lượng:

Chúng được xác định đối với ba nhóm ô nhiễm.

- MES và các chất ôxy hoá:
- Các chất chứa nitơ dưới các dạng khác nhau:
- Các chất chứa phốt pho. Bảng 70 chỉ ra các mức này.

Bảng 69. Chất lượng nước bể bơi

Các thông số	Chỉ dẫn	Yêu cầu cấp bách	Tần suất lấy mẫu nhỏ nhất
Vi sinh vật học			
Số coli toàn phần/100ml	500	< 10.000	Hai tháng một lần
Coli phân/100ml	100	< 2.000	Hai tháng
Khuẩn cầu chuỗi trong phân/100ml	100	-	Phải kiểm tra trong trường hợp bị hư hỏng
Samomen/1lít	-	0	-nt-
Virut đường một PFU/10l	-	0	-nt-
Hoá lý			
pH		6-9	-nt-
Màu sắc		Không thay đổi Màu không bình thường	Hai tháng Phải kiểm tra trong trường hợp chất lượng của nước bị xấu đi
Các loại dầu vỏ cơ (mg/l)	< 0,3	Không nhìn thấy lớp mỏng trên mặt nước và không có mùi	Hai tháng Phải kiểm tra sự hư hại chất lượng của nước
Các chất hoạt tính bề mặt tác dụng lên màu xanh mêtylen (mg/l)	0,3	Không có bọt tồn lưu	Hai tháng Phải kiểm tra sự hư hại chất lượng của nước
Phênon (mg/l)	0,005	Không có mùi 0,05	Hai tháng Kiểm tra sự hư hại chất lượng của nước

http://tieulun.hopto.org

Bảng 70. Các mức thải của nước thải đô thị ở Pháp

Mức	Chất lượng của nước thải						
	Nhóm thứ nhất Mức thải cho các chất lơ lửng và chất ôxy hoá được						
	Mẫu trung bình lấy 24h không lắng				Mẫu trung bình lấy sau 24h không lắng		
	Chất lắng được	MES toàn phần	COD mg/l	BOD_5 mg/l	MES toàn phần mg/l	COD mg/l	BOD_5 mg/l
a	Loại bỏ đến 90%						
b		Loại bỏ đến 80%					
c		Loại bỏ đến 90%					
d					120	120	40
e			90	30	30	120	40
F			50	15	20	80	20

Ghi chú: *(1) Trong trường hợp yêu cầu chất lượng đáp ứng mục b hoặc c thì có thể dùng biện pháp pha loãng; khi giới hạn nồng độ cặn lơ lửng dưới 20mg/l thì phải xử lý đến mức yêu cầu (2) ở mẫu nước đã lọc.*

Nhóm thứ hai mức độ xả để tạo thành các chất azốt

- Nitơ Kjehdahl (N.K.) nitơ hữu cơ + nitơ amoni (tính bằng N):

Mức N.K.1:

50mg/l trên mẫu thử trung bình 2h lấy một lần.

40mg/l trên mẫu thử trung bình 24h lấy một lần.

Mức N.K.2:

15mg/l đối với mẫu thử 2h.

10mg/l đối với mẫu thử 24h.

Mức N.K.3:

5mg/l trên mẫu thử trung bình 2h lấy một lần.

- Nitơ toàn phần (N.G.L.): Nitơ hữu cơ + Nitơ amoni + Nitơ nitrơ + Nitơ nitric (tính bằng N):

Mức N.G.L.1:

25mg/l trên mẫu thử trung bình 2h lấy một lần.

20mg/l trên mẫu thử trung bình 24h lấy một lần.

Mức N.G.L.2

10mg/l đối với mẫu trung bình 2h lấy một lần

Nhóm thứ ba mức độ xả đối với các chất chứa photpho (phốt pho toàn phần P)

Mức P.T.:

Loại bỏ 80% trên mẫu thử 24h.

Mức P.T.2:

1mg/l trên mẫu thử trung bình 2h.

Trong trường hợp nước xả có độ loãng cao có yêu cầu chất lượng tối thiểu P.T.1 xác định giới hạn hiệu suất làm sạch bằng hàm lượng phốt pho dưới 2mg/l. Yêu cầu làm sạch được ấn định ở mức này

http://tieulun.hopto.org

8.4. Các điều kiện thải của nước thải công nghiệp

Ở nước Pháp, các quy định chung được xác định theo thông tri ngày 6/6/1953 (có bổ sung ngày 10/9/1958) được tóm tắt trong bảng 71 vẫn còn giá trị, nhưng chúng được hoàn thiện và bổ sung bằng các thông tri riêng cho các ngành công nghiệp khác nhau.

Đối với mỗi một tổ hợp công nghiệp, quy chế thường quy định các giới hạn ô nhiễm chấp nhận được "từ nguồn" bảo đảm sao cho các công nghệ sản xuất và tổ chức các xưởng là hoàn thiện. Ta có thể nêu ra các điều kiện thải dự kiến thông thường trong trường hợp các trạm xử lý tự dùng, thải trực tiếp ra môi trường tự nhiên đối với một số nhà máy.

• *Lò mổ (quyết định ngày 1/2/1983)*

Tính chất của nước thải đã xử lý:

BOD_5 = 30mg/l; COD = 120mg/l; MES = 30mg/l.

Dòng chất ô nhiễm được giới hạn ở cửa ra của công trình xử lý như sau:

Hoạt động	Đo lớn	Dòng chất ô nhiễm		
		BOD_5	COD	MES
- Mổ	kg xương đã mổ	180	720	180
- Làm tan chất béo	kg chất béo thu	150	600	100
- Các sản phẩm phụ của động vật	kg chất đã xử lý	150	600	100

• *Nhà máy bia (thông tin ngày 22/2/1983)*

Tính chất nước thải đã xử lý

COD = 100mg/l; BOD_5 = 30mg/l; MES = 30mg/l.

• *Xử lý bề mặt* (xem chương 2).

• *Nhà máy giấy* (xem chương 2).

• *Nhà máy lọc dầu*

- Quyết định ngày 4/9/1967: các quy định về quản lý và vận hành nhà máy xử lý dầu thô, các dẫn suất và chất thải.
- Quyết định ngày 12/9/1973,
- Quyết định ngày 19/11/1975;
- Sổ tay của JO số 1305(1974).

Các trạm làm trong nước thải của nhà máy lọc dầu (được đặc trưng bằng các mẫu thử trung bình trong một ngày) có các tính chất sau:

http://tieulun.hopto.org

	Lọc dầu đơn	Lọc có tháp chưng cất với chất xúc tác hay nhiệt và hóa dầu phức tạp
- pH	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5*
- Phênon	0,5mg/l	1mg/l
- MES	30mg/l	30mg/l
- BOD_5	30mg/l	40mg/l
- COD	120mg/l	150mg/l

** Được chấp nhận nếu việc trung hòa thực hiện bằng vôi, độ P_H phải ở giữa 5,5 và 9.*

Ngoài ra, bất kỳ hình thức xử lý nào cũng phải bảo đảm:

- Hàm lượng chì phải nhỏ hơn 0,1mg/l và hàm lượng Cr(VI) nhỏ hơn 0,05mg/l.

- Hàm lượng hydrôcacbua phải nhỏ hơn 5mg/l bằng phương pháp định lượng các chất hữu cơ lơ lửng trong nước tách ra được từ hecxan (tiêu chuẩn AFNOR số T 90-202); bằng 20mg/l theo phương pháp định lượng hydrocacbua toàn phần (tiêu chuẩn AFNOR số T 90-203).

Nước xả của chu trình nước lạnh của các nơi sản xuất có chứa crôm cần phải xử lý một cách thích hợp để loại bỏ crôm hoá trị 6. Cần phải kiểm tra xem hàm lượng Cr (VI) ở cửa ra của trạm xử lý đã nhỏ hơn 0,1mg/l chưa.

Đối với tất cả nước thải công nghiệp xả vào môi trường tự nhiên, các điều kiện xả đã xác định phải thoả mãn theo quy định riêng cho mỗi ngành công nghiệp nhưng cũng phải thoả mãn chất lượng áp dụng cho môi trường khi tiếp nhận nguồn nước thải.

8.5. Thải bùn

8.5.1. Sử dụng trong nông nghiệp bùn của nước thải đô thị (Luật ngày 13/7/1979 và tiêu chuẩn NF U 44.041)

Các "giá trị chuẩn" của hàm lượng các nguyên tố đánh dấu ở nước Pháp (tính bằng mg/kg MS của bùn sấy khô) như sau:

Cd	20	Se	100	Hg	10
Cu	1.000	Cr + Cu + Ni + Zn	4.000	Pb	800
Ni	200	Cr	1.000	Zn	3.000

Như đã quy định chung đối với bùn, không có kim loại nào mà hàm lượng của nó được lớn gấp hai lần giá trị chuẩn, ngay cả đối với tổng các hàm lượng các nguyên tố Cr, Cu, Ni, Zn. Các loại bùn không thể thải ra trên

http://tieulun.hopto.org

mặt đất mà hàm lượng các nguyên tố có giá trị vượt quá giá trị sau đây (tính bằng mg/kg chất khô).

Cd	2	Ni	50	Cr	150	Pb	100
Cu	100	Se	10	Hg	1	Zn	300

Tiêu chuẩn xác định một số các đặc tính khác đối với bản chất của đất. Các điều kiện bắt buộc là sản phẩm phải thoả mãn theo nồng độ xác định của hàm lượng MS, MO, NTK, P_2O_5, Ca cũng như độ pH và tỷ số C/N.

Các giá trị chuẩn của các nguyên tố cho ở trên, nếu áp dụng một lượng 3 tấn MS cho một hecta trong 1 năm. Trong 1 năm, không được mang đến một lượng lớn hơn 50% số lượng cực đại các chất này mà ta có thể gặp trong đất nông nghiệp thông thường (trừ Cd và Hg)

Bùn có hàm lượng các kim loại vết gấp đôi giá trị chuẩn chỉ được sử dụng khi có sự phê chuẩn hay giấy phép cho bán tạm thời.

8.5.2. Chôn lấp hợp vệ sinh

(Thông báo ngày 11.3.1987)

Bình thường hàm lượng nước của bùn phải nhỏ hơn 70%. Bùn này không thể chứa thêm một lượng nước tự do lớn hơn 30% so với khối lượng tổng của bãi chôn lấp (nước tự do được định nghĩa là lượng chất lỏng ri ra dưới áp suất 1bar).

Đương nhiên, cũng có khả năng nhận thêm bùn có hàm lượng nước lớn hơn, do có kể đến khả năng hấp thu của rác thải trong giới hạn sau:

Hàm lượng nước	Rác mới tính cho 1 tấn bùn
70 - 80 %	5tấn
80 - 90 %	7tấn
> 90 %	10tấn

http://tieulun.hopto.org

Bảng 71. Điều kiện xả nước công nghiệp (theo nguyệt san tháng 6 năm 1953)

	Xả ra môi trường tự nhiên				Xả ra hệ thống cống của nhà máy xử lý		
	Thoát xa nguồn nước cho thành phố, bãi tắm, bãi cát, vùng dành cho trại nuôi cá Tình trạng nhiễm bẩn công nghiệp			Thoát gần nguồn nước cho thành phố, bãi tắm,	Tình trạng nhiễm bẩn công nghiệp		
	Yếu	Nghiêm trọng nhưng không ưu thế	Chiếm ưu thế	bãi cát, vùng dành cho trại nuôi cá	Yếu	Nghiêm trọng nhưng không ưu thế	Chiếm ưu thế
1	2	3	4	5	6	7	8
Độ hoà loãng d là tỷ số giữa lượng nước sông và lượng nước xả ra theo thời gian xả nước công nghiệp	d > 300	150<d<300	d < 150		d > 2,5	2,5 < d < 25	d < 2,5
Xả ra trong 24h Xả ra trong 10h	d < 720	360<d<720	d < 360		d > 60	6 < d < 60	d < 6
Độ pH. Trường hợp chung	5,5 : 8,5	5,5÷ 8,5	5,5÷ 8,5	5,5÷ 8,5	5,5÷ 8,5	5,5÷ 8,5	5,5÷ 8,5
Độ pH. Trường hợp trung hoà bằng vôi	5,5÷9,5	5,5÷9,5	5,5÷9,5	5,5÷9,5	5,5÷9,5	5,5÷9,5	5,5÷9,5

http://tieuluun.hopto.org

1	2	3	4	5	6	7	8
Hydro cyclic và các dẫn xuất ha lô gen	Cấm	Cấm	Cấm	Cấm	Cấm	Cấm	Cấm
Những chất trong thiên nhiên phát sinh mùi vị, mầu sắc, bất thường hoà vào nguồn nước ăn	Cấm	Cấm	Cấm	Cấm			
Tổng số chất huyền phù	100mg/l	50mg/l	30mg/l	30mg/l		<1000mg/l	<500mg/l
DBO_5	200mg/l	100mg/l	40mg/l	40mg/l		<500mg/l	<500mg/l
Azôt Kjeldahl	60mg/l N; 80mg/l NH_3	30mg/l N; 60mg/l NH_3	10mg/l N; 15mg/l NH_3	10mg/l N; 15mg/l NH_3		<150mg/l N; <200mg/l NH_3	<500mg/l N; <200mg/l NH_3
Những chất có khả năng làm chết cá ở hạ lưu điểm xả	Cấm	Cấm	Cấm	Cấm			
Nhiệt độ tối đa	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
Những vật nổi có khả năng huỷ hoại môi trường, sinh ra khí độc và dễ cháy					Cấm	Cấm	Cấm

http://tieulun.hopto.org

8.5.3. Thiêu đốt bùn

Quyết định ngày 9/6/1986 có liên quan đến các trạm thiêu đốt rác thải đô thị. Đặc biệt nó xác định các điều kiện thải của khí cháy.

• *Các trạm có một lò đốt năng suất lớn hơn 3 tấn/h* Tốc độ lên thẳng của khí sinh ra ≤ 12m/s.

Hàm lượng khí thải ra khi quyển nhỏ hơn:

+ 50mg/Nm^3 bụi;

+ 100mg/Nm^3 khí HCl;

+ 10mg/l khí hydrocacbua tương đương CH_4;

+ 5mg/Nm^3 kim loại nặng đặc biệt (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Sn, Ag, Co, Ba);

+ 0,3mg.N/m^3 Hg+Cd;

+ 1 mg/Nm^3 As.

Thời gian ngừng làm việc do sự cố hay dừng các thiết bị làm sạch khí mà trong thời gian này hàm lượng bụi hay HCl vượt quá giá trị trên chỉ được kéo dài trong thời gian nhỏ hơn 16h và thời gian tích tụ nhỏ hơn 200h trong một năm. Không có trường hợp nào, hàm lượng bụi vượt quá 600mg/Nm^3.

Hàm lượng các chất không cháy của tro phải nhỏ hơn 5% (đối với sản phẩm khô).

• *Trạm gồm một lò đốt có năng suất giữa 1 và 3 tấn/h*

- Tốc độ bốc lên của khí < 6m/s;

- Hàm lượng khí thải ra khí quyển nhỏ hơn:

+ 150mg/Nm^3 bụi;

+ 250mg/Nm^3 khí HCl;

+ 10mg/l khí hydrocacbua tương đương CH_4;

+ 6mg/Nm^3 kim loại nặng đặc biệt (Cu, Pb, Ni, Cr, Sn, Ag, Co, Ba).

Điều kiện liên quan đến thời gian dừng do sự cố, mà trong thời gian này, hàm lượng bụi và HCl vượt quá giới hạn cho phép có cùng giá trị như trên.

Hàm lượng chất không cháy được của tro không vượt quá 6%

• *Các trạm gồm 1 lò đốt có năng suất nhỏ hơn 1t/h*

Tốc độ lên thẳng của khí > 8 m/s.

http://tieulun.hopto.org

Hàm lượng khí thải ra khí quyển nhỏ hơn:

+ 600mg/Nm^3 bụi;

+ 30mg/Nm^3 khí hydrocacbua.

Thời gian dừng làm việc do sự cố,mà trong thời gian đó hàm lượng bụi vượt quá 600mg/Nm^3 không được vượt quá 16 giờ với thời gian tích tụ lớn nhất là 200h trong 1 năm.

Dù thế nào đi nữa, các khí cháy cần phải giữ ở mức (trong quá trình làm việc bình thường) nhỏ hơn 0,1% monoxyt cacbon (tính bằng 7% khí CO_2) và lớn hơn 7% oxy, chúng cần giữ ở nhiệt độ 750°C trong 2s.

Các tính chất của nước thải xả ra môi trường tự nhiên từ các lò đốt rác phải đáp ứng được các điều kiện sau:

+ 5,5 < pH < 8,5;

+ MES < 30mg/*l*;

+ Hàm lương kim loại nặng < 15mg/*l*;

+ Phênol < 5mg/*l*;

+ Hydrocacbua 220mg/*l* (TP90 203).

http://tieulun.hopto.org

SỔ TAY XỬ LÝ NƯỚC

Nhóm biên soạn thuộc Công ty nước Lion và Degrémont

Cố vấn: Jacques BERNARD

Tổng Biên tập: Francois BERNE và Yves RICHARD

Ban Biên tập André HAUBRY, Jean Pierre HAZARD, Philippe APTEL, Jean Marc AUDIC, Gérard BARBARAS, Jean Pierre BARBIER, Jean Claude BERNARD, Francis BIDEGARAY, Michel BURLI, Jean BURRIAT, Michel CAMUS, Jean CORDONNIER, Christian COSTE, Alain COUSIN, Albert DANZE, Pascal DAUTHUILLE, Yves DUFOURNET, Jean DUROT, Gérard FAUP, Jacques JOUAN, Jean Claude LEMOULLEC, Joel MALLEVIALLE, Bernard MATHIS, Pierre MAZOUNIE, Tuan NGUYEN QUANG, Roger NICOL, Agnès PEYRONNET, Francis RIPEAU, Michèle RIZET Gérard RONDEAU, Jean Marie ROVEL, Gilbert SAINT DIZIER, Vincent SAVALL, Jean VERGUET, Jean Louis VITAL.

BAN BIÊN DỊCH

ThS Nguyễn Văn Tố
PTS Đào Văn Tân
PTS Nguyễn Bá Toại
KS Nguyễn Bá Thắng
Nguyễn Thanh Nguyên
PTS Nguyễn Đăng Sơn

HIỆU ĐÍNH

TS. Trịnh Xuân Lai

http://tieulun.hopto.org

SỔ TAY XỬ LÝ NƯỚC

TẬP I

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :
TRỊNH XUÂN SƠN

Biên tập :	NGUYỄN TIẾN HỘI
	NGUYỄN THỊ BÌNH
Chế bản điện tử :	NGUYỄN KHÁNH LINH
Sửa bản in :	NGUYỄN THỊ BÌNH
Trình bày bìa :	NGUYỄN HỮU TÙNG

http://tieulun.hopto.org

In 200 cuốn khổ 17 x 24cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 21-2010/CXB/249-64/XD ngày 30-12-2009. Quyết định xuất bản số 25/QĐ-XBXD ngày 27-01-2010. In xong nộp lưu chiểu tháng 2-2010.

http://tieulun.hopto.org

Sổ tay xử lý nước T1 (tb2010)
2204110000094
150,000

Giá : 150.000đ

http://tieulun.hopto.org